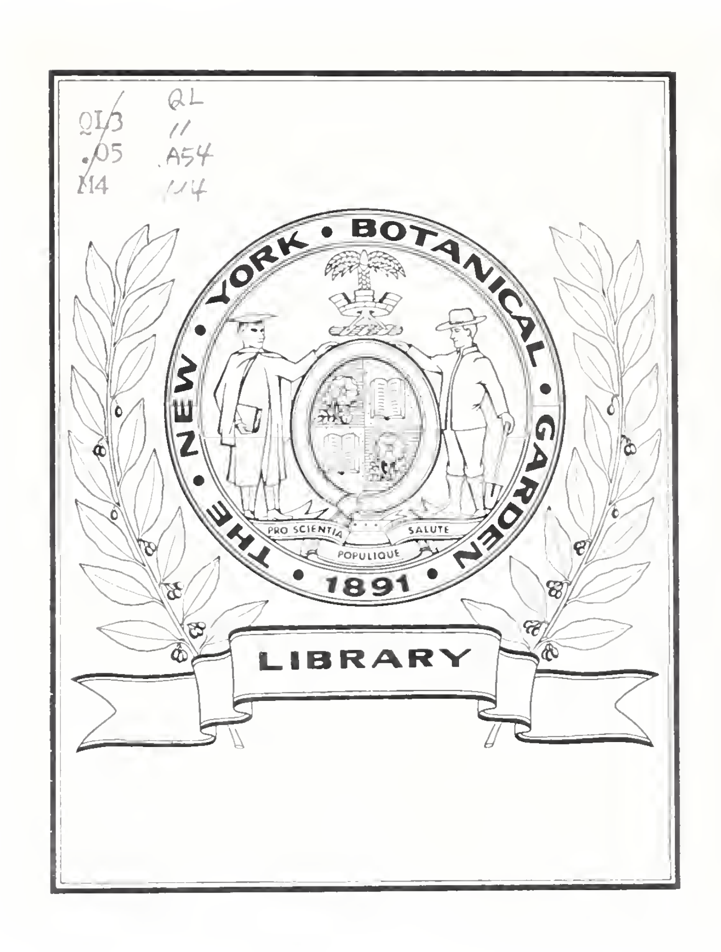

THE NEW YORK • BOTANICAL • GARDEN
PRO SCIENTIA
POPULIQUE
SALUTE
1891
LIBRARY







ÜBER

DEN BAU VON ANGIOPTERIS.

VON

G. METTENIUS.

Aus den Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Band VI.

MIT 10 TAFELN.

LEIPZIG
BEI S. HIRZEL.
1863.

ÜBER

DEN BAU VON ANGIOPTERIS

VON

G. METTENIUS.



Die ersten Andeutungen über die von dem Typus der Farne abweichende Structur der Knollstämme der Marattiaceae gaben Meyen[1]) und Brongniart[2]) durch Darstellungen von Querschnitten, welche zerstreute oder in mehreren Kreisen unregelmässig angeordnete Gefässbündel zeigen; die ersten Versuche, diese Abweichungen aufzuklären, verdanken wir hingegen Karsten[3]) und Harting[4]).

Karsten widmete bei seinen vergleichenden Untersuchungen über die Structur und das Wachsthum der Stämme der verschiedenen Abtheilungen des Gewächsreichs überhaupt eine besondere Aufmerksamkeit denjenigen Farnstämmen, bei welchen er markständige Bündel antraf, als: Dennstädtia rubiginosa (Dicksonia Klf.), Pteris (Litobrochia) Orizabae und gigantea, Saccoloma adiantoides (Dicksonia Lindeni Hk.). den Cyatheaceis und scheint geneigt, die bei diesen gewonnenen Resultate auf die Marattiaceae zu übertragen, deren selbst er nur beiläufig gedenkt[5]); von Harting hingegen wurden gerade die bei der Zergliederung eines lebenskräftigen Stammes von Angiopteris Teysmaniana gewonnenen Resultate ausführlich mitgetheilt.

Aus den Untersuchungen Karsten's geht zunächst eine gewisse Mannigfaltigkeit in dem Verhalten — dem Ursprung, der Zahl, Anordnung und dem Verlauf — der markständigen Gefässbündel bei den genannten Farnen hervor. Bei Dennstädtia rubiginosa[6]) fand sich nur ein einziger markständiger Bündel, welcher von der inneren Fläche der geschlossenen Gefässbündelröhre des Stammes entsprang; bei Pteris Orizabae und gigantea[7]) trat hingegen ein Gefässbündel unabhängig von

---

1) Harlemer Preisschrift T. 11, A. 4; Phys. I, 417.
2) Archiv d. Museum. I, 457. T. 33. 1.
3) Vegetationsorgane der Palmen.
4) In de Vriese's Monog. d. Marattiaceae, 6 u. f.
5) l. c. 122.
6) l. c. 121.
7) l. c. 121.

der Gefässbündelröhre des Stammes, in dem von derselben umschlossenen Mark auf und erweiterte sich in dem Verlauf nach oben zu einer zweiten engeren Gefässbündelröhre. Bei den Cyatheaceis wies Karsten nach, dass die markständigen Bündel, deren Eintritt in die Blätter bereits von Mohl [1]) erkannt hatte, einen doppelten Ursprung besässen, indem dieselben entweder wie bei Dennstädtia von der inneren Seite der Gefässbündelröhre sich abzweigen oder wie bei Pteris in eine feine prosenchymatische Spitze auslaufend frei in dem Mark enden [2]); in dem Verlauf dieser markständigen Bündel findet Karsten ferner eine Uebereinstimmung mit denen der Gefässbündel monokotyledoner Gewächse [3]), indem dieselben von ihrer Ursprungsstelle nach innen und oben in dem Mark aufsteigen, um sich dann nach aussen zu wenden und mit ihrem oberen Ende in eine senkrecht über ihrer Ursprungsstelle stehende Blattbasis einzutreten [4]). Bei Saccoloma adiantoides [5]) endlich sind nach Karsten's Untersuchungen sämmtliche Gefässbündel des Stammes zu drei Gefässbündelröhren vereinigt, von welchen nur die äusserste Abschnitte in die Blätter eintreten lässt, während von der mittleren entsprechende Abschnitte nach aussen biegen, um die in der äusseren Röhre oberhalb einer jeden Blattbasis befindliche Lücke auszufüllen und Abschnitte der innersten Schichte die Lücken der mittleren ergänzen.

Gaben diese Beobachtungen an Saccoloma auch bereits einen Anhaltepunkt, um sich eine Vorstellung von dem Verhalten der in den Knollstämmen der Marattiaceae gesteigerten Zahl der Gefässbündel oder Gefässbündelkreise zu machen, so erhielt eine solche durch die Untersuchungen Harting's nicht die erwartete Bestätigung; diese führten vielmehr zu dem Resultat, dass sämmtliche Gefässbündel des Stammes von Angiopteris zu einem wirren Netz vereinigt seien, dessen Maschen nach allen Richtungen des Raumes das Stammparenchym durchzögen und dass von den der Rinde des Stammes zugekehrten Maschen die in die Blätter eintretenden Bündel in symmetrischer Anordnung ihren Ursprung nähmen. Nicht minder überraschend war das Resultat der Untersuchungen Harting's, dass einzelne Gefässbündel des Stammes sich continuirlich in den Adventivwurzeln fortsetzten und diesem Verhalten gemäss in der Structur der Gefässbündel des Stammes und des

1) De struct. caud. fil. arb. 11: Verm. Schrift. 113. 2) l. c. 123.
3) l. c. 134. 4) l. c. 128. 5) l. c. 122. 162. Taf. 9, Fig. 5, 6.

Gefässbündelsystems der Wurzeln im Wesentlichen ein Unterschied nicht bestehe[1]). Harting erörtert ferner das Wachsthum des Stammes von Angiopteris[2]) und weist nach, dass derselbe die verkehrt-kegelförmige Gestalt, welche andere Farne in der ersten Entwickelungsperiode besitzen, bevor sie Cylinderform annehmen, behaupte und fortbilde, indem der Umfang eines jeden jüngeren Internodiums im ausgebildeten Zustand den des nächst älteren übertreffe, ferner, dass auf der den stärksten Theil des Stammes durchschneidenden Fläche sich die in der Ausbildung begriffenen Internodien erhöben nebst dem Vegetationspunkt, in welchem sämmtliches Gewebe des Stammes angelegt werde. Im Uebrigen ist er geneigt, die netzartige Vereinigung der Gefässbündel in Zusammenhang zu bringen mit der massenhaften Ausbildung des Stammparenchyms, die bei höher organisirten Pflanzen nur in Begleitung von gleichzeitig auftretenden Gefässbündeln zu Stande kommen könne, eine Annahme[3]), die im Uebrigen auch bereits von Karsten[4]) angedeutet wurde.

Endlich stellte Harting vielfache Untersuchungen über die Elementarorgane des Stammes der Marattiaceae an, in Betreff deren ich, da sie den folgenden Untersuchungen ferner liegen, auf seine Schrift, so wie auf eine die Gefässzellen der Farne überhaupt betreffende Bemerkung[5]) von mir verweise, welche nach den nun angestellten Untersuchungen für sämmtliche Gefässbündel der Marattiaceae gültig ist; desgleichen verweise ich in Betreff der Beobachtungen Harting's über die Entwickelung des Blattes auf die Berichtigungen, welche dieselben durch Hofmeister[6]) erfahren haben.

Das Material, welches den folgenden Untersuchungen zu Grunde lag, bestand in einem starken Stamm von Angiopteris evecta Hoffm., der nach langjähriger Cultur in dem hiesigen botanischen Garten abgestorben war. Derselbe hatte die von Harting beschriebene, eben erwähnte Gestalt; sein unterer grösserer verkehrt-kegelförmiger Theil war an seinem älteren schmäleren Ende in Fäulniss übergegangen, in der grösseren Ausdehnung aber, wie in dem oberen Theil, noch frisch; dieser bildete eine annähernd halbkugelförmige Wölbung, deren Scheitel

1) l. c. 37, 40, 57. 2) l. c. 49. 3) l. c. 52. 4) l. c. 122.
5) Abh. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. VII. 583.
6) Abh. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. V. 655.

ein stumpf dreikantiger pyramidaler, ungefähr ⅔ Zoll hoher, am Ende abgerundeter Fortsatz einnahm, welcher die Insertion der obersten Blätter überragte und auf der Oberfläche von einem Gewebe bedeckt war, welches in allen Eigenthümlichkeiten mit dem Ueberzug der persistirenden Blattbasen übereinstimmte. Weder in der Umgebung dieser scheitelständigen völlig ausgebildeten Gewebsmasse, noch am Scheitel oder im Innern derselben konnte ein in der Entwickelung befindliches Blatt oder ein in der Fortbildung des Stammes begriffener Vegetationspunkt nachgewiesen werden.

So weit meine Erfahrungen reichen, hatte dieser Stamm in dem Zeitraum von 1852—1859 alljährlich ein Blatt entwickelt[1]) und gewöhnlich kurze Zeit nach Entfaltung eines neuen das nächst ältere abgestossen. Im Durchschnitt erreichten die Blätter eine Länge von 8 bis 10 Ellen; eines der letzteren Jahre war von bedeutend geringeren Dimensionen, das eines früheren Jahres hingegen überschritt die mittlere Grösse und war von seiner Insertion auf dem Blattkissen an dichotom gespalten.

Seit 1859 schien der Stamm im Absterben begriffen zu sein, denn es hörte die Entwickelung neuer Blätter auf und entwickelten sich von nun an häufiger als in früheren Jahren, Knospen an den älteren Blattkissen; in dem Spätsommer des folgenden Jahres wurde durch ein unglückliches Ereigniss das letzte Blatt abgeschlagen; 15 Monate später, während welcher der Stamm kein weiteres Lebenszeichen von sich gegeben hatte, wurde zur anatomischen Untersuchung geschritten.

Nach Entfernung des in Fäulniss übergegangenen ältesten Theils hatte der Stamm mit Einschluss der persistirenden Blattbasen beiläufig die Höhe von 1 Fuss; sein stärkster Durchmesser betrug 10 Zoll; die Blattbasen, 30 an Zahl, von welchen 6 das kuppelförmige Ende des Stammes bedeckten, nahmen im Allgemeinen von dem umfangreichsten Theil des Stammes, wo sie bei einer Länge von 4 Zoll eine Breite von 3½ und eine Höhe von 2½ Zoll erreichten, an Stärke ab gegen die Basis, wie gegen die Spitze; doch war diese Abnahme keine schrittweise, sondern es fanden sich zwischen den kleineren einzelne, deren

---

1) Ein zweites ebenso starkes Exemplar von Angiopteris evecta entwickelt alljährlich 3 bis 5 Blätter, ein sehr starker Stamm von Marattia cicutaefolia 6 bis 20, M. laxa 3; nur M. Kaulfussii bringt alljährlich nur 1 einziges Blatt.

bedeutendere Dimensionen darauf hinwiesen, dass sie einem kräftigeren Blatt angehört hatten. Die kleinsten Blattbasen maassen in der Länge 2, in der Breite 1½, in der Höhe 1 Zoll.

Die Versuche, die Blattstellung zu bestimmen, scheiterten, da es selbst nach Einschaltung verschiedener Correctionen, die in Anbetracht der Ungleichheit der Blattbasen zulässig schienen, nicht gelang, zwei senkrecht über einander stehende Blätter zu ermitteln; die Gesammtheit der Blätter dürfte also wohl einem Blattcyclus von mindestens 34 Blättern angehört haben.

Durch die seitliche und untere Fläche der Blattkissen und zwischen denselben unmittelbar aus dem Stamm traten ohne gesetzmässige Anordnung, bald einzeln, bald zu mehreren dicht beisammen oder in geringen Entfernungen voneinander, Adventivwurzeln hervor, die eine sehr verschiedene Länge bei einer Stärke von 4—5¾ Mill. erreichten: dieselben waren nur spärlich mit schwächeren Seitenzweigen versehen und sämmtlich von ihrer Spitze aus in geringerer oder bedeutenderer Ausdehnung abgestorben.

Bei der Betrachtung des Querschnittes durch den stärksten Theil des oben beschriebenen Stammes, mit dessen Anfertigung die Untersuchung begonnen wurde, befindet man sich, wie bei einem Blick auf die Abbildungen Meyen's und Brongniart's, im Zweifel, ob die Gefässbündel in mehreren concentrischen Kreisen oder in einer mehrere Windungen beschreibenden Spirale angeordnet seien, oder ob beide Anschauungsweisen zu verwerfen seien und die Anordnung der Gefässbündel als eine völlig regellose zu bezeichnen sei. Der grössere Theil der Gefässbündel (Taf. I, 1) erscheint nämlich auf diesem Querschnitt in mehrere concentrische Kreise geordnet, die um ungefähr gleiche radiale Abstände von einander entfernt sind, der geringere Theil derselben hingegen ist zwischen diese Kreise eingestreut und stellt Verbindungen zwischen denselben her, so dass man, diesen letzteren folgend, in den concentrischen Kreisen die Windungen einer Spirallinie zu erkennen vermeint, welche von den wenigen, dem Centrum des Stammes nahe liegenden Bündeln in mehreren Umläufen bis zu den äussersten an der Peripherie des Stammes verfolgt werden kann. Doch auch dieser Anschauungsweise tritt eine kleinere Zahl von Gefässbündeln entgegen, welche zwischen die Umläufe der Spirale fallen oder in der ihrem Lauf entgegengesetzten Richtung ihre Windungen verbinden.

Die Stärke der einzelnen Bündel und die Figur ihres Querschnittes ist sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen; im Allgemeinen liegen indess die stärkeren in einer mittleren Zone des Stammes und nehmen die kleineren in geringerer Zahl seine Längsachse, in grösserer seine Peripherie ein.

Auf einem zweiten Querschnitt, der in geringer Entfernung oberhalb des ersten genommen wurde, ist die Anordnung der Gefässbündel die gleiche, die Ausdehnung derselben ist theilweise in erwähnungswerther Weise modificirt. Auf die zahlreichen kleineren Gefässbündel, welche in der Nähe der Längsachse des Stammes liegen und die inneren Zonen bilden, folgen nämlich 2 bis 3 Zonen, deren Gefässbündel zu je 2 bis 4 plattenförmigen Strängen von bedeutender tangentialer Ausdehnung vereinigt sind; auch haben die zahlreichen äusseren der Peripherie des Stammes näher liegenden Bündel sämmtlich eine bedeutendere Breite als auf dem tieferen Querschnitt und sind mehrfach die zwischen die Zonen fallenden Stränge zu Platten vereinigt oder doch von bedeutenderer Breite. (Taf. I, Fig. 2.)

Auf einem dritten Querschnitt, der durch die Basis des kuppelförmigen Stammendes, wenige Linien oberhalb des zweiten geführt wurde, zeigen die inneren und mittleren Bündel das nämliche Verhalten wie auf diesem, die äusseren Gefässbündel aber sind zu einer geschlossenen oder fast geschlossenen ringförmigen Zone vereinigt.

Bedeutenderen Aufschluss über die Anordnung der Gefässbündel gewährt ein Längsschnitt durch die Achse des Stammes. Die von einem solchen getroffenen kleineren Gefässbündel werden wie auf dem Querschnitt durchschnitten oder nur in sehr geringer Ausdehnung ihres Verlaufs blosgelegt, die plattenförmigen Bündel hingegen treten als Streifen von zum Theil sehr bedeutender Ausdehnung zu Tage. Im Allgemeinen steht (Taf. II, Fig. 1) in der Nähe der Längsachse des Stammes in annähernd gleichen Höhenabständen eine geringe Zahl der ersteren und schliesst sich die Mehrzahl derselben in Reihen angeordnet an diese an. In dem unteren Theil des Stammes ziehen diese Reihen annähernd parallel unter einander in schräger Richtung nach oben und aussen hin und lassen sich bis zu den Blattkissen verfolgen; in dem oberen Theil des Stammes (Taf. II, Fig. 2) setzen sich diese Reihen in die Streifen fort, von welchen die äusseren in die das gewölbte Ende des Stammes bedeckenden Blattbasen (*a*, *b*, *c*) eintreten, die nächst inneren steiler

ansteigen und um die Peripherie des scheitelständigen Fortsatzes zusammenneigen (*d*), die innersten endlich fast perpendikulär aufsteigen und in dem Parenchym dieses Fortsatzes erlöschen (*e*). Getrübt erscheint indess auch diese Anordnung der Gefässbündel dadurch, dass hie und da zwischen zwei schrägen Reihen eine dritte auftritt, die durch Theilung einer der ersteren entstanden zu sein scheint, oder dadurch, dass zwei in ihrer grösseren Ausdehnung von einander getrennte Reihen zu einer einzigen sich vereinigen.

Wie bei Vergleichung des Längs- und Querschnittes sich unmittelbar erkennen lässt, dass die plattenförmigen Bündel des letzteren den streifenförmigen des ersteren entsprechen, so lässt sich nach Entfernung des Parenchyms bis zu der Tiefe weniger Linien aus der Umgebung der kleineren Gefässbündel, der Zusammenhang derselben, sowohl derer, welche in einer Zone des Querschnittes nebeneinander stehen, als auch derer, welche in den schrägen Reihen des Längsschnittes nächst aufeinander folgen, darthun. Es sind also diese Gefässbündel in den angeführten Richtungen zu Netzschichten vereinigt und bildet demnach im Allgemeinen das Gefässbündelsystem des Stammes von Angiopteris mehrere in und über einander gestülpte trichterförmige Zonen, die mit ihrem unteren Ende in der Längsachse des Stammes über einander stehen, sich nach oben und aussen erweiternd die Peripherie des Stammes erreichen und in die Blätter eintreten; die untersten dieser Trichterzonen an dem ältesten Theil des Stammes sind die kürzesten; die Ausdehnung der folgenden steigert sich bis zu dem stärksten Theil des Stammes; dann findet eine Abnahme derselben statt und wird ihre Richtung eine steilere, bis endlich die obersten, die für Blätter bestimmt waren, deren Ausbildung unterblieben war, eine fast perpendikuläre Richtung annehmen; in dem unteren Theil des Stammes sind ferner diese Trichterzonen gitterartig durchbrochen und werden von zahlreicheren feineren netzartig vereinigten Gefässbündeln zusammengesetzt, in dem oberen nimmt mit der Erweiterung und Vereinigung der Gefässbündel der Umfang der Maschen ihres Netzes ab und schwindet allmählig ihr gitterförmig durchbrochenes Ansehen, bis sie endlich vollkommen geschlossen erscheinen.

Die nämliche Anschauung von der Verbindung der Gefässbündel gewinnt man nach Entfernung des Rindenparenchyms von den einander überragenden Enden sämmtlicher Schichten, sowie den in die Blätter

selbst eintretenden Abschnitten derselben. Von dem Grund bis gegen den stärksten Theil des Stammes bildet die oberflächliche Lage des Gefässbündelsystems (Taf. III, Fig. 1, 2) ein Netz und nehmen die Blätter gitterförmig durchbrochene Gefässbündelzonen auf, während an dem oberen Theil des Stammes eine domartig geschlossene Holzzone (Taf. IV, Fig. 2) sich erhebt und von dieser breite bandförmige Platten in die Blätter sich ablösen und zwar findet im Allgemeinen ein allmähliger Uebergang (Taf. IV. Fig. 1) von dem vielmaschigten Netz am Grunde des Stammes zu der geschlossenen Zone am Ende desselben statt, doch erfolgt derselbe nicht gleichmässig auf gleicher Höhe rings um den Stamm, vielmehr kommt die Vereinigung der Gefässbündel auf der einen Seite des Stammes früher, auf einer andern später zu Stande und ebenso findet zuweilen nach einer frühzeitigen Vereinigung mehrerer Gefässbündel eine neue Trennung derselben statt.

Eine Vereinigung benachbarter Gefässbündel zu Platten ist im Allgemeinen bei Baumfarnen, namentlich in dem Blattstiel derselben, wie Karsten[1]) dargethan hat, keine seltene Erscheinung und kehrt in minder augenfälligem Grad auch bei krautartigen Farnen wieder, ebenso weist die Thatsache, dass von nah verwandten Farnen der Stamm der einen eine geschlossene Gefässbündelröhre, der von andern zahlreiche zu einem gitterförmigen Netz vereinigte Gefässbündel enthält, darauf hin, dass dieses doppelte Verhalten des Gefässbündelsystems nur eine Modification der Farnstructur von untergeordneter Bedeutung sei; nichtsdestoweniger zieht bei dem Angiopteris dieses Verhältniss die Aufmerksamkeit an, weil die Extreme beider Modificationen am Grund und am Scheitel des Stammes ausschliesslich ausgebildet sind und der Uebergang zwischen beiden gerade an der Stelle wahrgenommen wird, an welcher das nachweisbar languescirende Wachsthum des Stammes, das dem völligen Absterben voranging, anhob. Durch diesen letzteren Umstand gewinnt die Annahme Karsten's, dass diese Veränderung der Structur in Folge einer veränderten Ernährung eintrete, an Wahrscheinlichkeit; doch können nur zahlreiche Beobachtungen feststellen, ob bei dem Angiopteris diese Veränderung der Structur constant als ein Vorbote des nahenden Todes eintrete und ob der Stamm, so lang er in kräftigem Wachsthum sich befindet, in seiner ganzen Ausdehnung gitterförmig durchbrochene

1) l. c. 123, 124.

Gefässbündelschichten bilde, wie es bei dem von Harting untersuchten noch lebenskräftigen Stamm der Fall gewesen sein dürfte.

Bei der Annahme, dass das Gefässbündelsystem von Angiopteris aus über einander gestülpten trichterförmigen Zonen bestehe, waren diejenigen Bündel, welche auf dem Längs- und Querschnitt zwischen diesen Zonen liegen, ausser Acht gelassen. Durch diese Bündel werden zwischen den auf einander folgenden Zonen Verbindungen hergestellt, die nach Entfernung des Stammparenchyms zu Tage treten. Zur genaueren Bestimmung dieser Verbindungen dürfte die Einsicht der in ein Blatt eintretenden Bündel, sowie der Ersatz derselben den sichersten Anhalt bieten und zwar sollen diese Verhältnisse zunächst an den den oberen Theil des Stammes bedeckenden Blättern erörtert werden.

Auf dem Querschnitt durch den Grund eines dieser Blätter (Taf. IV, Fig. 5, 11) bilden die Gefässbündel 1) einen continuirlichen oder fast continuirlichen, den Rücken und die Seiten desselben einnehmenden Bogen (*a*) und stehen einige weitere Gefässbündel 2) auf der vorderen Seite des Blattgrundes zwischen den Enden dieses Bogens (*b*, *c*, *d*, *e*) und 3) in der Nähe der Längsachse des Blattes (*i*, *f*, *g*, *h*) in dem von den unter 1) und 2) angeführten Gefässbündeln umschlossenen Parenchym.

An dem entrindeten Stamm erweist sich der den Rücken und die Seiten des Blattes einnehmende bogenförmige Bündel als ein Abschnitt der oberflächlichen Gefässbündelschichte des Stammes, die hier den letzteren verlässt (Taf. IV, Fig. 2). Sein Ersatz wird dadurch herbeigeführt, dass von der nächst inneren Gefässbündelzone des Stammes ein entsprechender Abschnitt (Taf. IV, Fig. 2 v; Fig. 3 v) sich sondert, nach oben und aussen durch das Stammparenchym in dem Grund der Blattachsel aufsteigt und auf der Höhe, wo jener in das Blatt ablenkt, in die oberflächliche Zone eintritt und die Stelle desselben einnimmt.

Diesem Verhalten entsprechend lässt sich der in ein Blatt eintretende Abschnitt selbst in der oberflächlichen Gefässbündelschichte des Stammes nur eine gewisse Strecke abwärts, nämlich bis zu den drei nächst unteren und seitlichen Blättern verfolgen und setzt sich durch deren Achseln in die Tiefe steigend in die zweite Gefässbündelzone des Stammes fort und zwar tritt der die Mitte des Blattrückens einnehmende grössere Theil dieses Abschnittes durch die Achsel des mittleren untersten dieser drei Blätter, und treten die die beiden Seiten des Blattes

einnehmenden Theile dieses Abschnittes durch die Achseln der beiden nächsten seitlichen unteren Blätter in die Tiefe, oder mit andern Worten, die oberflächliche Gefässbündelzone eines jeden Blattes wird von den durch die Achseln dreier unterer Blätter in die oberflächliche Gefässbündelschichte eingetretenen Abschnitten der nächst inneren Zone gebildet, oder ein jeder aus dem Grund einer Blattachsel hervortretende Abschnitt dieser Zone nimmt Theil an der Bildung dreier höheren Blätter, indem er zunächst nach seinem Eintritt in die oberflächliche Zone nach rechts und links an die Seiten der nächsten oberen seitlichen Blätter, dann mit seinem Ende in dem Rücken des zwischen diesen beiden Blättern höher am Stamm inserirten Blattes sich ausbreitet. Bei der Annahme, dass die Blattstellung des untersuchten Stammes nach der Divergenz $^{13}/_{34}$ geregelt war, tritt demnach der aus der Achsel des neunten Blattes in die oberflächliche Schichte eintretende Abschnitt der zweiten Gefässbündelschichte zunächst an den Seiten des elften und zwölften, dann in den Rücken des vierzehnten Blattes. Der in dem Rücken des neunten Blattes endende Abschnitt der oberflächlichen Gefässbündelzone kann abwärts bis zu der Achsel des vierten Blattes und die an den Seiten des neunten Blattes sich verbreitenden Abschnitte können bis zu den Achseln des sechsten und siebenten Blattes verfolgt werden.

Der aus der Tiefe einer Blattachsel hervortretende Abschnitt der zweiten Zone ist zu beiden Seiten von dieser durch eine Spalte getrennt (Taf. IV, Fig. 3 *ss*), fliesst rechts und links von der Blattbasis mit den bereits in der oberflächlichen Zone liegenden, aus den Achseln der beiden nächst unteren seitlichen Blätter hervorgetretenen Abschnitten oberhalb der Stelle, an der diese einen Abschnitt (*tt*) an die Seite dieses Blattes abgegeben haben, zusammen und hierdurch findet rechts und links an der Seite einer jeden Blattbasis eine Vereinigung der beiden aufeinanderfolgenden Gefässbündelzonen statt und ist eine jede Blattbasis an ihrem tiefsten Grund zwischen diesen beiden Zonen eingeschlossen (Taf. III, Fig. 4).

Die Ergänzungen der Lücken der zweiten Zone, welche an der Basis eines jeden Blattes durch den Austritt eines Abschnittes derselben in die oberflächliche Zone entstehen, werden ausgefüllt durch Abschnitte der dritten Zone (Taf. IV, Fig. 3 *i*, *i*), die sich nach aussen wenden und mit der zweiten zusammenfliessend, nach oben die Spalte schliessen

(Taf. IV, Fig. 3 *u u*), durch welche der aus dieser Schichte ausgetretene Abschnitt von derselben getrennt ist.

Diesen Verbindungen der auf einander folgenden Schichten verdankt ein Theil der auf Längs- und Querschnitten zwischen den Gefässbündelzonen stehenden Stränge seinen Ursprung.

Eine weitere Verbindung tritt bei der näheren Untersuchung des Ursprungs der übrigen Gefässbündel des Blattes nach völliger Entfernung des Parenchyms aus dem Grund der Blattachsel in zwei Strängen zu Tage, die von der inneren Fläche der Rückenplatte des Blattes in sanft aufsteigender Richtung, den nach Entfernung des Parenchyms zwischen ihr und der nächst inneren Schichte befindlichen Zwischenraum überbrückend (Taf. IV, Fig. 4 *m*), nach innen an den Rand des zum Eintritt in die oberflächliche Schichte bestimmten Abschnittes der letzteren herantreten (Taf. IV, Fig. 10, 13 *m*), eine geringe Strecke mit demselben verbunden bleiben (*n*, *n*), dann nach oben und aussen in das Blatt sich wenden (Taf. IV, Fig. 10 *b*, 13 *c*) und die beiden vorderen seitlichen Bündel (Taf. IV. Fig. 5, 11 *b c*) desselben bilden; in andern Fällen werden diese beiden Stränge vermisst und gehen dann unmittelbar von den Rändern des Ersatzabschnittes von der Stelle, wo im eben beschriebenen Fall dieselben sich ansetzten, zwei Zweige in das Blatt ab (Taf. IV, Fig. 12 *b*).

Die übrigen Gefässbündel, die der Querschnitt durch die Blattbasis kennen lehrte, entspringen von der inneren Fläche der Dorsalplatte, gewöhnlich neben der Mitte derselben von zwei Stellen (Taf. IV, Fig. 12 *f*; 13 *g*), seltner von einer gemeinschaftlichen knotenförmigen Auftreibung (Taf. IV, Fig, 6, 7, 8 *k*) und verdanken zweien Zweigen ihren Ursprung, die alsbald in ihrem Verlauf weitere Theilungen erfahren und theilweise in der Längsachse des Blattes verbleiben (Taf. IV, Fig. 5, 7, 8 *g*, *f*), theilweise auf die vordere Seite desselben treten (*e*, *d*) und hier auch mit den beiden von der Ersatzschichte abstammenden Zweigen frühzeitig Verbindungen eingehen (Taf. IV, Fig. 6 *o*). Ausser diesen entspringt noch ein oder der andere Bündel von einer höheren Stelle auf der inneren Fläche der Dorsalplatte (Taf. IV, Fig. 5 *h*, *i*; 8 *h*; 9 *i*).

Nach diesem Verhalten bildet also nicht die oberflächliche Gefässbündelzone des Stammes allein die Gefässbündel des Blattes und leistet nicht die nächst innere allein Ersatz für die in dem Blatt er-

löschenden Gefässbündel der ersteren, sondern beide sind, wenn auch in sehr verschiedenem Grade an der Bildung der Gefässbündel eines jeden Blattes betheiligt; die erstere bildet den peripherischen Bogen des Blattes und die Mehrzahl seiner centralen Stränge, die letztere ergänzt vorzugsweise die durch den Abgang dieser in der oberflächlichen Schichte entstandene Lücke und wendet zwei Stränge dem Blatt zu.

An den unteren Blättern des untersuchten Stammes ist, wie aus den oben mitgetheilten Beobachtungen hervorging, die continuirliche Platte der oberen durch eine grössere Zahl netzartig verbundener Gefässbündel vertreten; diese sind auf dem Querschnitt durch den Grund des Blattes zum grösseren Theil zu einem in die Quere gedehnten elliptischen Bogen (Taf. III, Fig. 3 *c*, *d*, *e*) angeordnet und einige wenige derselben werden innerhalb dieses Bogens angetroffen (*i, i*).

Erstere erweisen sich an Zahl und Stellung theilweise constant, theilweise sind dieselben vielfachen Schwankungen unterworfen. Constant ist der in ein Blatt austretende Abschnitt der Netzschichte zu beiden Seiten abgegrenzt durch einen Strang (Taf. III, Fig. 1, 2 *a b*), der in geradem Verlauf eine bedeutende Strecke aufsteigt, auch an Stärke alle zwischen liegende Stränge übertrifft und dann, noch in der Rinde des Stammes unterhalb seines Eintrittes in die Blattbasis, durch zweimalige Dichotomie in vier Zweige sich theilt, welche in geringer Entfernung von einander hinziehen und die Seiten der Blattbasis, paarweise mehr der inneren und äusseren zugekehrt, einnehmen (Taf. III, Fig. 1, 2, 3; *c*, *d*). Unterhalb ihrer Auflösung geben diese beiden Grenzstränge sowohl auf der der Mitte des Blattrückens zugekehrten, als der ihr entgegengesetzten Seite Zweige ab; erstere gehen in das zwischen den Grenzsträngen ausgespannte Netz ein, letztere treten theilweise an das oberflächliche Gefässbündelgeflecht der nächsten seitlichen Blätter, theilweise gehen dieselben Verbindungen mit dem aus der Achsel des eignen Blattes hervortretenden Ersatzabschnitt ein. Die Maschen der in den Rücken der Blattbasis ansteigenden Netzschichte haben eine unregelmässige Weite und nehmen erst mit ihrem Eintritt in dieselbe eine gestrecktere Form an; sie werden von vier bis acht Strängen abgeschlossen (Taf. III, Fig. 1, 2, 3 *e*, *e*, *e*); einzelne derselben wenden sich in der Tiefe oder geben Zweige ab, welche in der Längsachse des Blattkissens vordringen

und hier alsbald Anastomosen eingehen (Taf. III, Fig. 1, 2 *i*, *i*, *i*)[1]. Der Ersatzabschnitt giebt ferner zuweilen zwei Stränge in das Blatt ab, die beiden auf der vorderen Seite desselben liegenden Bündel (Taf. III, Fig. 3 *k*, *k*) und findet in andern Fällen zwischen dem Netz der oberflächlichen und der Ersatz-Schichte eine Vereinigung vermittelst zweier Stränge statt.

In dem Verlauf von der Mitte des Blattgrundes in die Tiefe des Stammparenchyms verschmälern sich die Ersatzschichten (Taf. III, Fig. 2 *i*), sind von einer geringen Zahl weiter, annähernd symmetrisch angeordneter Lücken durchbrochen und endigen dann in einen einzigen Strang (*f*), der mit einem Netz von Gefässbündeln in Verbindung steht, welches die Längsachse des Stammes umstrickt und im Wesentlichen in seiner ganzen Ausdehnung den gleichen Durchmesser behauptet. Die Maschen dieses Netzes haben wieder eine überaus unregelmässige Ge-

1) Von den in das Blattkissen eintretenden Strängen haben die vier durch Theilung der Grenzstränge entstandenen eine symmetrische Auszweigung; ihre Zweige überspinnen unter wiederholten Dichotomien und Anastomosen zu einem Netz vereinigt, dessen Maschen langgestreckt und meist spitz nach oben ausgezogen sind, die obere seitliche und einen Theil der unteren Fläche der Blattbasis und des Blattstiels, erstrecken sich ferner auf die nebenblattartigen Fortsätze der Blattkissen, hier zahlreichere kürzere Maschen bildend und endigen in zahlreichen fächerartig ausstrahlenden wiederholt dichotomen Zweigen frei in dem Rand der letzteren; und zwar breiten die vorderen innern Zweige der Grenzstränge ihr Netz auf der oberen Seite der Blattbasis und der Stipulä aus und senden einen oder zwei Zweige in die Tiefe zu den centralen Strängen; die beiden vorderen äusseren Zweige der Grenzstränge ziehen unter der Basis der Stipulä hin und lassen oberhalb derselben in der Peripherie der Blattbasis ihre Zweige hervortreten. Von den beiden hinteren Zweigen der Grenzstränge nimmt der äussere vorzugsweise an der Bildung des Netzes an der seitlichen Fläche der Blattbasis Theil und bildet auf der unteren Seite der Stipulä Maschen, die an Ausdehnung denen der oberen Seite congruent sind und wie diese in zahlreiche fächerartig ausstrahlende dichotome Zweige frei enden; die hinteren inneren Zweige der Grenzstränge bilden mit den, den dorsalen Bogen einnehmenden, Strängen das auf dem Rücken des Blattkissens befindliche Netz langgestreckter Maschen; letztere senden wieder einige Zweige nach der Längsachse des Blattes und vermehren die centralen Stränge. Diese bieten in ihrem Ursprung, wie in ihren Verzweigungen vielfache Schwankungen, bilden im Allgemeinen nach wiederholten Dichotomien und Anastomosen die zahlreichen, innerhalb der peripherischen Schichte der Gefässbündel oft in mehreren Kreisen angeordneten Stränge der Blattnarbe, sowie die in dem Parenchym der Nebenblätter zwischen den beiden oberflächlichen Schichten liegenden Bündel. Ihre Zweige anastomosiren sowohl in radialer, wie tangentialer Richtung und gehen einige wenige Verbindungen mit den peripherischen Bündeln ein.

stalt und Weite und ebenso ist die Zahl seiner Stränge, welche an der Basis der starken Stränge, die wir als die Anfänge der Ersatzschichten kennen gelernt haben, zusammenschliessen, vielfachen Schwankungen unterworfen, so dass dasselbe auf dem Querschnitt bald von einer grösseren Zahl kleinerer Stränge, bald von einer geringeren Zahl grösserer gebildet wird und eine Beziehung seiner Maschen zu den Blättern nicht erkannt werden kann. Eine solche Beziehung aber geht, mag nun auch dahin gestellt bleiben, ob diese Unregelmässigkeit in einer unwesentlichen Theilung der Gefässbündel oder in einem Schwanken der Zahl der Stränge, die sich zu einem Ersatzstrang vereinigen, begründet sei, mit der grössten Wahrscheinlichkeit aus der Thatsache hervor, dass die Ersatzstränge durch die Mitte der Blattachseln in die oberflächliche Stammzone ansteigen, mithin eine der Blattstellung übereinstimmende Anordnung besitzen. Dieselben müssen demnach von dem die Längsachse des Stammes umstrickenden Netz unter der Divergenz, mit welcher die Blattspirale fortschreitet, entspringen, die Zonen der Stammgefässbündel aber, die ich in Kürze als Trichterzonen bezeichnet habe, kommen durch das Zusammentreten der in der Spirale benachbarten, auf verschiedenen Höhen entspringenden Ersatzschichten zu Stande.

Aus der Thatsache, dass nicht nur die oberflächliche Stammzone, sondern auch die Ersatzschichte Gefässbündel in jedes Blatt abgiebt, folgt ferner, dass letztere frühzeitig ausgebildet sein müsse, eine Folgerung, die durch die Untersuchung des blattlosen Stammendes ihre volle Bestätigung erhalten hat. In dem auf dem Scheitel des Stammes befindlichen, die oberen Blätter überragenden Fortsatz waren innerhalb des von der geschlossenen oberflächlichen Gefässbündelzone umschlossenen Marks zahlreiche Stränge vorgebildet, von welchen die äussersten an zwei Stellen mit dieser Verbindungen eingingen, die mit denjenigen übereinstimmten, die wir an der Ursprungsstelle eines Blattes zwischen den beiden äusseren Stammzonen kennen gelernt haben; von den inneren dieser Gefässbündel (Taf. II, Fig. 2 *c, c, c*), die für Blätter bestimmt waren, deren Ausbildung gänzlich unterblieben oder doch auf einer so frühen Entwickelungsstufe gehemmt war, dass auch nicht eine Spur derselben sichtbar blieb, konnte nur nachgewiesen werden, dass sie nirgends frei in dem Parenchym auftraten, sondern dass die oberen jüngeren stets mit den unteren älteren in Verbindung standen und also ihre Verbindungen unter einander in der ersten Anlage begründet waren,

auch dass ihre Entwickelung, wie bei den Farnen überhaupt, von unten nach oben fortschreite.

Ob der Stamm von Angiopteris vor dem Absterben normal in einen solchen Fortsatz ende, muss der Beobachtung einer grösseren Zahl von Exemplaren überlassen werden und wenn auch unwahrscheinlich ist, dass das Wachsthum eines Stammes nach einer so beträchtlichen Abnahme seines Umfanges eines neuen Aufschwunges fähig sei und durch unsere Untersuchungen das von Harting sorgfältig erörterte Wachsthum des Stammes, in Folge dessen er die verkehrt-kegelförmige Form, die die Stämme anderer Farnen frühzeitig verlassen, um Cylinderform anzunehmen, fortbilde, die vollkommenste Bestätigung erhalten hat, so kann doch die Bemerkung nicht unterdrückt werden, dass keine Thatsache in diesen Beobachtungen Harting's festgestellt ist, die unmöglich erscheinen lasse, dass der Stamm eines Angiopteris, etwa unter Umständen, die sein Wachsthum beeinträchtigen, aber dasselbe nicht aufheben, Cylinderform annehme[1]), zumal da bei Farnen aus den verschiedensten Abtheilungen[2]) Stämme vorkommen, die bauchige Erweiterungen besitzen oder selbst bei lebhaftem und raschem Wachsthum den einmal erreichten Durchmesser verringern.

An andern Farnen, die aus unbekannten innern Ursachen abgestorben waren und ebenso bei solchen, die häufig schon nach der ersten Vegetationsperiode zu Grunde gehen und desshalb als jährige Pflanzen bezeichnet werden, z. B. Ceratopteris thalictroides, Gymnogramme chaerophylla, suchte ich bisher vergeblich nach der Umbildung des Vegetationspunktes in einen die oberen Blätter überragenden Fortsatz; diese selbst nebst dem oberen Theil des Stammes waren vielmehr stets zunächst abgestorben[3]). Eher dürften bei Farnen, deren Stamm bei normalem Wachsthum der Entfaltung der Blätter vorauseilt, z. B. zahlreichen Arten von Polypodium, Davallia, Dennstädtia, Microlepia u. a. analoge

---

1) Der von Meyen beobachtete Stamm hatte eine Höhe von 3 Fuss bei einem Durchmesser von 10 bis 12 Zoll; der verkehrt-kegelförmigen Gestalt desselben geschieht zum Mindesten keine Erwähnung.

2) Unger, Denksch. d. K. K. Akad. VI. 144, 145.

3) Untersuchungen über das Verhalten aus innern Ursachen abgestorbener oder im normalen Lauf der Vegetation erlöschender Achsen sind mir nicht bekannt; meine eigenen Beobachtungen sind noch nicht so weit vorgeschritten, dass ich sie hier anführen könnte.

Erscheinungen auftreten, da bei diesen häufig die Blätter, nachdem die Gefässbündel derselben in dem Stamm ihre volle Ausbildung erreicht haben, in den frühsten Entwickelungsperioden zu Grunde gehen; noch treffender dürfte Oleandra neriiformis[1]), an deren Stamm bei normalem Wuchs verkürzte Internodien mit fast wirtelartig zusammengedrängten Blättern mit längeren Stammstücken, an welchen jede Spur eines Blattes äusserlich vermisst wird, hier anzuführen sein, da die anatomische Untersuchung den Beweis liefert, dass an den blattlosen Stammstücken eine grössere Zahl von Blättern unterdrückt worden ist, indem die Gefässbündel dieser Stammstücke spiralig angeordnete Blattlücken umgrenzen, die nur durch ihre bedeutendere Dehnung von denjenigen der beblätterten Internodien abweichen und von den Rändern dieser Lücken Zweige abgehen, die in der Rinde ansteigen und in derselben an der Stelle erlöschen, an der die Ausbildung des Blattes unterblieben war[2]) und nur durch bedeutendere Feinheit von denjenigen abweichen, welche von den verkürzten Internodien des Stammes in die Blätter eintreten.

Die Gefässbündel des Stammes von Angiopteris, so verschieden auch ihre Stärke ist, zeigen überall eine übereinstimmende Structur.

Von dem Parenchym des Stammes sind sie zunächst abgegrenzt durch eine einzige Lage weiter gestreckter Zellen, die auf den zum Mittelpunkt des Gefässbündels radialen Längswandungen mit breiten Quer- oder Netzfasern und etwas schmäleren mit diesen alternirenden spaltenförmigen Tüpfeln versehen sind. Die Peripherie des Bündels nehmen alsdann zartwandige langgestreckte Zellen, die eigenen Gefässe Mohl's ein, der centrale grössere Theil desselben besteht überwiegend aus treppenförmigen Zellen und einigen wenigen Spiralfaserzellen. Letztere sind gewöhnlich schwierig aufzufinden und liegen an den feineren Bündeln entweder auf der dem Centrum des Stammes zugekehrten Seite oder sind mehr dem Centrum des Bündels genähert; an den

---

1) In einer andern später erscheinenden Schrift habe ich das Wachsthum der verschiedenen Arten von Oleandra, so wie die auf den ersten Blick ganz paradoxe Verzweigung der genannten Art nach Einsetzung der fehlgeschlagenen Blätter in ihre Stellen zu erklären gesucht.

2) Die Bezeichnung solcher Gefässbündel als stammeigne (Naegeli Beit. I. 35, 52) scheint mir im höchsten Grad unpassend.

stärkeren Bündeln, wie an den plattenförmigen Strängen suchte ich dieselben stets vergeblich. Von den treppenförmigen Zellen haben diejenigen, welche unmittelbar an die Spiralfaserzellen angrenzen, engere Lumina und liegen dichter an einander, die entfernteren sind weiter, haben eine lockere unregelmässigere, niemals eine gereihte, Anordnung und sind durch zartwandige langgestreckte Zellen, die häufig in mehrere über einander stehende kürzere abgetheilt sind, von einander getrennt. In der geschlossenen Gefässbündelzone des Stammendes beschreiben sämmtliche Zellen schlangenförmige Biegungen.

In den Gefässbündeln der Blattbasis nehmen die Spiralfaserzellen entweder die der Längsachse des Blattstieles zugekehrte Seite oder das Centrum derselben ein, ersteres in den peripherischen, letzteres in den centralen und sind alsdann die treppenförmigen Zellen bald auf der äusseren, bald auf der inneren Seite reichlicher ausgebildet.

Dass die Wurzeln von Angiopteris nicht von der oberflächlichen Gefässbündelschichte des Stammes, wie bei anderen Farnen, ihren Ursprung nehmen, sondern aus dem Innern desselben von den das Mark durchziehenden Gefässbündeln entspringen [1], ist durch die Abbildungen von Meyen und Brongniart hinlänglich bekannt; Brongniart hat zugleich hervorgehoben, dass die Gefässbündel des Stammes unmittelbar von dem Markparenchym umgeben seien, die Wurzeln hingegen eine eigene Rinde besässen, durch welche ihr Gefässbündelsystem von diesem geschieden sei [2]. Auch auf dem von Harting dargestellten Längsschnitt [3] durch den Stamm ist dieser Unterschied hinlänglich hervorgehoben, wenn auch die Zahl der Stammbündel im Vergleich mit dem von mir untersuchten Stamm zu gering und ihre Stärke zu schwach wiedergegeben zu sein scheint. Umsomehr aber musste die Annahme Harting's, dass die Wurzeln unmittelbare Fortsetzungen der Stammbündel seien, befremden.

---

1) In diesem Punkt weicht unter den fossilen Farnen die Gattung Psaronius, deren Stammgefässbündel gewöhnlich bandförmig gedehnt sind, auffallend von den Marattiaceis der jetzigen Flora ab; ihre Wurzeln nehmen die Oberfläche des Stammes ein und werden nicht zwischen den Stammbündeln wahrgenommen. Der baumartige cylindrische Stamm der Psaronien, der wenigstens bei einigen Arten entfernt stehende Blätter trug, macht ferner wahrscheinlich, dass die Verwandtschaft derselben mit den Marattiaceis keine allzu innige sei.

2) l. c. 457. 3) l. c. Taf. VI. 1.

An dem untersuchten Stamm nahmen die an seinem unteren Theil hervortretenden Wurzeln von den Gefässbündeln der unteren Blätter ihren Ursprung und stiegen die aufwärts an diese sich anschliessenden successiv von den Gefässbündeln der oberen Blätter, die nach Maassgabe unserer Untersuchungen innerhalb und oberhalb der ersteren liegen, herab; an dem oberen Theil des Stammes nach der Vereinigung seiner Gefässbündel waren überhaupt nur sehr wenige Wurzeln entwickelt worden, ein Umstand, der mit dem Absterben des Stammes in einiger Beziehung gestanden haben dürfte.

Der Querschnitt einer stärkeren Wurzel zeigt innerhalb des Rindenparenchyms ein centrales Gefässbündelsystem, welches aus einem Ring von meist achtzehn radial gestellten plattenförmigen Streifen verholzter Zellen und ebenso vielen alternirenden Gitterzellbündelchen und einem zartwandigen parenchymatischen mässig gestreckten Gewebe besteht, welches beide verbindet. Das peripherische Ende der Platten nehmen wenige enge Spiral- und Netzfaser-Zellen ein, der grössere Theil derselben besteht aus Treppenzellen, deren Lumen mit ihrer Annäherung gegen das Centrum der Wurzel sich erweitert. In manchen Wurzeln schliessen diese Platten früher ihre Ausbildung ab und sind alsdann in ihrer ganzen Ausdehnung von einander getrennt, in anderen fliessen die benachbarten oder sämmtliche Platten an ihrem innern Ende zusammen, wodurch das vielstrahlig sternförmige Ansehen des querdurchschnittenen Gefässbündelsystems der Wurzel zu Stande kommt, welches bereits Meyen[1]) dargestellt hat.

Mit dem äusseren Theil dieser Platten alterniren die Gitterzellbündel, die aus engen langgestreckten, bald mit horizontalen Wandungen über einander stehenden, bald mit zugespitzten Enden in einander greifenden Zellen bestehen. Von ihnen sind die das centrale Ende dieser Bündelchen einnehmenden mit einem weiteren Lumen und mit Tüpfeln versehen, die mit den von Mohl in den Wurzeln der Palmen[2]) abgebildeten völlig übereinstimmen.

An der Grenze des Gefässbündelsystemes und der Rinde liegt eine Lage gestreckter weiter Zellen, die auf den radialen Längswandungen mit Querfasern und zwischen liegenden feinen spaltenförmigen Tüpfeln versehen sind.

---

1) Harl. Preisschr. T. VIII, F. 22; Phys. I, 418. 2) De structura Palm. T. VII, F. 6.

Die Rinde der Wurzel besteht aus zwei ohne scharfe Grenze in einander übergehenden Zonen parenchymatischen Gewebes, von welchen die innere aus längeren engeren festeren Zellen mit zwischen liegenden Intercellulargängen, die äussere aus kürzeren weiteren Zellen, deren Wandungen fast gallertartig zusammenfliessen, besteht.

In dem Verlauf durch das Stammparenchym bleibt die Structur der Wurzel durchaus unverändert und findet eine Verwachsung der Wurzelrinde mit demselben nicht statt; beide liegen nur innig an einander und ist ihre Grenze stets an den verdickten gelblichen Wandungen der Wurzelepidermis kenntlich.

An dem Ursprung der Wurzeln fliesst ohne sichtbare Grenze die Rinde derselben und das Parenchym des Stammes zusammen und tritt das Gefässbündelsystem der ersteren in Verbindung mit einem Gefässbündel des letzteren, der Art, dass die Treppenzellen beider mehr oder minder rechtwinklicht auf einander stehen. Die Ansatzstelle der Wurzel wird dann durch einige kürzere netzfaserige oder treppenförmige Zellen erweitert; nirgends aber tritt, so weit meine Untersuchungen reichen, eine treppenförmige Zelle eines Stammbündels unmittelbar in eine Wurzel ein und wenn ich auch die Möglichkeit nicht in Abrede stellen will, dass bei dem Angiopteris, wie bei anderen Farnen diejenigen Wurzeln, welche frühzeitig an bestimmten Stellen von den in die Blätter eintretenden Gefässbündeln gebildet werden, continuirlich mit den letzteren zusammenhängen, ein solcher Zusammenhang stattfinden könne, so ist doch die Structurverschiedenheit der Wurzel und der Gefässbündel des Stammes eine so bedeutende und auffallende, dass ich vermuthen möchte, die Annahmen Harting's seien einem Versehen entsprungen, indem dieser Forscher eine Wurzel aus dem Stamm an der Stelle eines Stammbündels untersuchte.

In dem Verlauf durch das Stammparenchym sind die Wurzeln stets unverzweigt, nach ihrem Eintritt in den Boden geben dieselben kleinere Seitenzweige ab, die an dem untersuchten Exemplar in nur sehr geringer Menge zur Ausbildung gekommen waren.

Vergleichen wir die Structur von Angiopteris mit denjenigen Farnen, bei welchen keine markständigen Gefässbündel vorkommen und zunächst solchen, deren Blätter eine mehrzeilige Anordnung besitzen, so finden wir bei diesen sämmtliche Gefässbündel des Stammes zu einer Röhre vereinigt, die an der Insertion eines jeden Blattes von einer Lücke

durchbrochen ist und von der Umgrenzung dieser Lücken die für das Blatt bestimmten Gefässbündel abgiebt und beruhen sämmtliche Modificationen der Structur dieser Farne 1) auf der Divergenz und Distanz der Blätter, der Breite und Höhe ihrer Insertionsflächen oder der Blattlücken in der Gefässbündelröhre und 2) auf der Zahl und Anordnung der in ein Blatt eintretenden Bündel.

Bei der Ausbildung längerer Internodien, deren Blätter am Stamm nicht herablaufen, zeigt der Querschnitt durch ein Internodium des letzteren einen geschlossenen Gefässbündelring, z. B. Alsophila pruinata, Cibotium, während derselbe bei gedrängterer Stellung der Blätter, z. B. Aspidium filix mas, oder bei entfernteren, aber am Stamm herablaufenden Blättern, z. B. Polybotrya, einen Kreis von kleineren Gefässbündeln enthält, deren Zahl der der durchschnittenen Blattlücken gleichkommt, Verschiedenheiten, die als unwesentliche erscheinen, da bei allen die räumliche Ausdehnung der Blattlücken und der Gefässbündel in umgekehrtem Verhältniss zu einander stehen und bei allen die Gefässbündelröhre, insofern ihre Unterbrechungen auf die Blattlücken beschränkt sind, in gleichem Grad geschlossen ist.

Die in die Blätter eintretenden Bündel sind entweder zu einer continuirlichen, der Convexität des Rückens und der Seiten des Blattstiels entsprechend gekrümmten Platte, z. B. bei Alsophila pruinata, Cibotium, zahlreichen Arten von Pteris vereinigt, oder sie sind auf einen schmalen vor der unteren Kante der Lücke entspringenden Bündel beschränkt, oder es treten zwei seitliche symmetrische Platten von dem Grund der Blattlücke aus in das Blatt ein und lösen sich zwischen diesen ein oder mehrere Bündel für Wurzeln los, z. B. zahlreiche Arten von Asplenium, Pteris hirsuta, oder es treten mehrere zu einem Bogen geordnete Bündel, von welchen die beiden vorderen die stärkeren sind, in ein Blatt ein, z. B. Aspidium filix mas.

Bleiben wir zu unserm Behuf bei diesem letzteren Beispiel stehen, so ergiebt sich, dass die Blattlücken seiner Gefässbündelröhre seitlich abgegrenzt werden von zwei Strängen, die vertical über der Mitte der beiden nächst unteren seitlichen Blätter stehen und nach oben und unten abgeschlossen werden durch je zwei Bündel, die von den oberen und unteren Enden dieser beiden seitlichen Stränge an das untere Ende des oberhalb ihrer Mitte stehenden verticalen Stranges und das obere des unter ihr stehenden hinziehen. Diese Bündel verfolgen, paarweise unter

einander parallel, eine schräge Richtung und sind gewöhnlich diejenigen beiden, welche in die Richtung des kürzeren Weges der Blattspirale fallen, die längeren, die beiden anderen, welche in der Richtung des längeren Weges der letzteren liegen, die kürzeren. Bei $^5/_{13}$ Stellung der Blätter, die dem genannten Aspidium häufig zukommt, wird z. B. die Lücke des vierzehnten Blattes seitlich abgegrenzt durch die in verticaler Richtung über der Mitte des sechsten und neunten Blattes stehenden Stränge und erhält ihren Abschluss durch vier Stränge, von welchen zwei an das obere, zwei an das untere Ende dieser Stränge sich ansetzen und von welchen die ersteren die Verbindung mit dem untern Ende des über der Mittellinie des vierzehnten, letztere mit dem oberen Ende des über dem ersten Blatt befindlichen verticalen Stranges herstellen.

Von den in die Blätter eintretenden Bündeln entspringen die beiden vorderen stärkeren von den verticalen seitlichen Strängen, zuweilen auch von den oberen schrägen Bündeln, die kleineren zu geringerem Theil von dem Grund der seitlichen Stränge, zum grösseren Theil von den beiden unteren schrägen Bündeln; bei der Vergleichung mit anderen Farnen erscheinen diese zahlreichen kleineren Bündel als die Ausbreitungen des oberen Endes des nächst unteren verticalen Stranges.

Es haben nach dieser Betrachtung also an der Bildung eines jeden Blattes drei über der Mitte unterer und seitlicher Blätter stehende verticale Stränge Antheil und giebt ein jeder derselben seitlich nach rechts und nach links Zweige in die beiden Blätter, deren Lücken er scheidet und endet alsdann in dem Rücken des nächst höheren Blattes. Und in dieser Beziehung findet eine unverkennbare Uebereinstimmung zwischen dem Aspidium und dem Angiopteris statt, bei dem die über der Mittellinie eines Blattes hervortretenden Ersatzabschnitte sich in die oberflächliche Gefässbündelschichte dreier Blätter ausbreiten.

Erwägt man weiter, dass die oberflächliche Schichte des Gefässbündelsystems von Angiopteris ein Netz bildet, das an dem oberen Theil des Stammes nur von Blattlücken durchbrochen ist, wie die Gefässbündelröhre von Aspidium — von dem Umstand, dass an dem Grund des Stammes von Angiopteris die die Blattlücken umgrenzenden Stränge in der unregelmässigsten Weise gitterartig durchbrochen sind, können wir hier absehen — so muss die Frage entstehen, ob, wie die oberflächliche Gefässbündelzone von Angiopteris von den oberen Enden der aus der

Stammtiefe durch die Mitte der Blattachseln hervortretenden Ersatzschichten zusammengesetzt werde, so bei dem Aspidium die über der Mitte der Blätter stehenden verticalen Stränge als Neubildungen auftreten und durch Vereinigung derselben mit den benachbarten Strängen der Gefässbündelröhre fortgebildet werde.

Der Erörterung dieser Frage dürfte die Bemerkung vorauszuschicken sein, dass über dieselbe zwei Ansichten einander gegenüber stehen, von welchen die eine durch von Mohl und Unger, die andere durch Naegeli und Karsten vertreten wird. Erstere nehmen an, dass die Gefässbündel im Stamm der Farne an ihrem oberen Ende continuirlich sich fortbildeten, durch Spaltung und Wiedervereinigung der benachbarten Zweige die Blattlücken umgrenzten und von den Rändern dieser die für die Blätter bestimmten Zweige abtreten liessen und schreiben wegen diesem Verhalten der Gefässbündel den Farnen eine Vegetatio terminalis zu; Naegeli und Karsten hingegen nehmen an, dass bei den Farnen, wie bei höher organisirten Gewächsen die Gefässbündel unabhängig von einander auftreten, mit ihrem oberen Ende in ein Blatt eintreten und mit ihrem unteren Ende aneinandertretend sich zu einem Netz vereinigten und Karsten[1]) erläutert seine Ansicht dahin näher, dass der oberhalb der Mitte einer Blattlücke liegende Bündel als eine Neubildung auftrete, dass seine in ein Blatt eintretenden Spiralgefässe nicht in Verbindung mit den Spiralgefässen anderer Blätter ständen, die Vereinigung dieser vielmehr durch später gebildete Holzgewebe vermittelt werde, das im Uebrigen sich ebenfalls in die Blätter fortbilde.

Unbeschadet der richtigen Annahme, dass die Gefässbündel auch bei den Farnen mit ihrem oberen Ende (oder dem oberen Ende ihrer Zweige) unmittelbar in die Blätter eintreten, muss ich dennoch der näheren Ausführung der Ansicht Karsten's entgegentreten, da bei den Farnen die ersten Anlagen der Gefässbündel zu dem Netz vereinigt sind, welches im ausgebildeten Zustand ohne Schwierigkeit nachgewiesen werden kann und überall die Verholzung ihrer Elementarorgane von unten nach oben fortschreitet. Ferner muss ich dieser Ausführung Karsten's einwerfen, dass an den Gefässbündeln der Farne eine Unterscheidung zweier Bestandtheile, von welchen der eine den

---

1) l. c. 134.

in die Blätter eintretenden Bündeln dikotyledoner Pflanzen, der andere dem Holzkörper derselben entspräche, unzulässig sei, da sämmtliche Elementarorgane der Gefässbündel der Farne, wie Karsten selbst anführt, in die Blätter eintreten und dass meine Untersuchungen in Betreff des selbstständigen Auftretens der Spiralgefässe einmal zu dem bereits früher mitgetheilten Resultat[1]) geführt haben, dass bei den Farnen nirgends Spiralgefässe, sondern nur Spiralfaserzellen sich ausbilden, die zwar zu Reihen verbunden sind, wie diejenigen, welche bei anderen Pflanzen bestimmt sind, die Röhren der Spiralgefässe zu bilden, aber doch stets vollkommen geschlossen bleiben und dass diese Spiralfaserzellen stets in Berührung mit älteren bereits ausgebildeten, nirgends aber ausser Verbindung mit denselben ihre Verholzung beginnen.

Diesen Einwürfen gegenüber wird durch den Vergleich des Angiopteris mit dem Aspidium die Annahme Karsten's, dass die über der Mitte einer Blattlücke stehenden Stränge bei letzterem eine Neubildung seien, bestätigt und sehen wir, dass diese gerade wie bei den Ersatzschichten von Angiopteris unter Divergenzen auftreten, die mit denen der Blätter übereinstimmen. Wie aber bei dem Angiopteris die Anfänge der Ersatzschichten zu dem die Längsachse des Stammes umstrickenden Netz verbunden sind und durch das Auftreten neuer Ersatzstränge im Anschluss an die älteren dieses Netz fortgebildet wird, so nehmen bei dem Aspidium die Ersatzstränge die nächst älteren Gefässbündel zum Ausgangspunkt ihrer Entwickelung und ist eben, weil dieser Anschluss schon in der Anlage begründet ist, die Vereinigung derselben eine so innige, dass im ausgebildeten Zustand eine Grenze beider gar nicht bestimmt werden kann. Es bieten die Gefässbündel der Farnen demnach ein zweifaches Verhalten, insofern sie auf der einen Seite in ihren Beziehungen zu den Blättern unabhängig von einander sind, auf der andern Seite eben dadurch, dass die jüngeren ihre Entwickelung von den älteren aus beginnen, in Abhängigkeit von einander stehen. Diese Ansicht wird nicht nur durch die Untersuchung des Wachsthums der ausgebildeten Farnpflanze, sondern leichter durch die ersten Entwickelungsstadien der Keimpflanze dargethan und hat letztere, da keiner ihrer zahlreichen Beobachter zu dem Resultate kam, dass die Gefässbündel des zweiten Blattes ein Zweig von dem des ersten Blattes sei oder erst

[1]) Diese Abhandl. VII, 583.

in einer späteren Periode seiner Entwickelung mit derselben sich vereinige, niemals zu den extremen Ansichten Anlass gegeben, die nach den Untersuchungen der ausgebildeten Pflanze aufgestellt wurden.

Von den Marattiaceis mit knollenförmigem Stamm sind keine Beispiele ausser der Gattung Angiopteris untersucht worden; von denen mit cylindrischem Stamm haben Brongniart[1]) und Karsten[2]) Beobachtungen über die Gattung Danaea mitgetheilt, welchen einige an D. elliptica und einer andern unbestimmbaren Art angestellte hinzugefügt werden sollen.

Von letzterer liegt ein Stämmchen von der Länge eines Fusses bei kaum zwei Linien Durchmesser vor; seine Gefässbündel sind in drei Ringe geordnet, von welchen der innere und mittlere plattenförmige, der äussere zahlreiche fadenförmige Bündel enthält. Die Wurzeln nahmen von den innern Bündeln ihren Ursprung.

Von Danaea elliptica wurde ein Stammstück von ungefähr drei Linien Durchmesser untersucht; seine Gefässbündel waren ebenfalls in drei Ringe geordnet, von welchen der mittlere geschlossen oder nur an einer Stelle gespalten war, der innere aus wenigen, der äussere aus zahlreichen feinen Bündeln bestand. Die Blätter enthielten bei der letzteren Art zwei centrale und sieben peripherische Gefässbündel, von welchen drei der oberen, vier der unteren Seite des Blattes näher lagen.

Bei beiden konnte der Verlauf der Gefässbündel zu den Blättern nicht mit Sicherheit verfolgt werden, und nur mit Mühe wurde der Zusammenhang der Gefässbündel des innersten Ringes erkannt. Aus der in der ganzen Ausdehnung des Stammes im Wesentlichen gleich bleibenden Structur geht indess hervor, dass bei ihnen wie bei Saccoloma und andern Farnen mit cylindrischem Stamm Verlust und Ersatz der in die Blätter eintretenden Bündel sich überall das Gleichgewicht halte.

Beide Danaen lehren ferner, dass das Auftreten von in mehreren Kreisen angeordneten Gefässbündeln nicht durch ein massenhaft sich entwickelndes Stammparenchym bedingt werde, wie Harting bei Angiopteris annahm.

Eine zweite Abtheilung der Farne, bei welchen markständige Gefässbündel eine weite Verbreitung besitzen, sind die Cyatheaceae[3]).

---

1) l. c. Taf. 33, Fig. 2. 3. 2) l. c. 116. Taf. 9, Fig. 10.

3) So weit meine Beobachtungen reichen, fehlen markständige Bündel unter den Cyatheaceis bei Dicksonia L'Herit. (Balantium Klf.) nach Untersuchungen an D.

Bei diesen bieten die markständigen Bündel zunächst ein zweifaches Verhältniss zu dem prosenchymatischen Gewebe, welches hier als ein gewöhnlicher Begleiter der Gefässbündel auftritt, indem sie entweder in einer bedeutenden Strecke ihres Verlaufs durch das Mark vor ihrem Austritt in das Blatt ringsum von demselben umscheidet werden, dann über diese Scheiden hinaus ihren Lauf durch das Mark fortsetzen z. B. Hemitelia capensis, Cyathea arborea, oder in ihrem Verlauf durch das letztere von zahlreichen feinen isolirten Bündelchen prosenchymatischer Zellen begleitet werden und erst unmittelbar vor ihrem Eintritt in das Blatt durch das Zusammentreten der letztern eine geschlossene Scheide erhalten[1]) z. B. Alsophila microphylla, villosa.

In beiden Fällen anastomosiren diese Gefässbündel vielfach unter einander und bilden in dem Mark ein Netz, dessen Maschen in keinem einzigen Fall entwirrt werden konnten und ebenso anastomosiren die isolirten Prosenchymbündelchen vielfach unter einander. Indess wurde hier und da der Zusammenhang der letzteren mit der inneren Fläche der Gefässbündelröhre wahrgenommen, was bei den Gefässbündeln selbst niemals gelang.

Der Zahl nach treten diese Gefässbündel entweder in einem, zweien oder mehreren Paaren in symmetrischer, oder annähernd symmetrischer Anordnung in ein Blatt ein.

Der erste Fall, das Eintreten von einem Paar solcher markständiger Bündel in ein Blatt, hat eine weite Verbreitung und wird auch an Blättern jugendlicher Exemplare solcher Arten wahrgenommen, bei welchen die Blätter älterer Stämme eine grössere Zahl solcher Gefässbündel aufnehmen.

Genauer wurde dieser Fall bei Hemitelia capensis an einem Stamm von ½ Fuss Höhe und einem Durchmesser von 2½ Zoll untersucht.

Die stärksten Blattnarben dieses Stammes (Taf. V, Fig. 14) waren schwach in die Breite gedehnt und enthielten neun, in einen der hinteren Convexität des Blattstieles entsprechenden Bogen angeordnete Bündel, vier oder fünf andere auf der vorderen Seite des Blattstiels, dann zwei der Mitte der Blattnarbe mehr genäherte. Die beiden in ein Blatt ein-

antarctica, Karsteniana; bei Cibotium nach Untersuchung von C. Schiedei, glaucescens und einer dritten Art, bei Plagiogyria nach Untersuchung von P. biserrata; unter den Arten von Alsophila bei A. blechnoides (Metaxya) und A. pruinata (Lophosoria.)

1) Vergl. von Mohl, Verm. Schrift. 113.

tretenden markständigen Bündel waren von prosenchymatischem Gewebe umscheidet, standen vor ihrem Austritt durch einen Querstrang mit einander in Verbindung, bildeten die beiden mittleren vorderen Bündel der Blattnarbe (*m m*) und gingen constant sowohl mit dem nächst äusseren seitlichen Strang, der sich von dem Rand der Blattlücke der Gefässbündelröhre loslöste, als auch durch einen feinen Strang mit dem oberen Rand der letzteren eine Verbindung ein.

Ebenso werden an einem jungen Stämmchen von Alsophila radens, dessen Blattnarben (Taf. V, Fig. 15) nur sechs zu einem Kreis geordnete Gefässbündel enthielten, die beiden vorderen (*m*) von zwei markständigen Bündeln gebildet und diese gaben bei ihrem Austritt durch die Blattlücke wieder zwei feine Zweige an den oberen Rand derselben ab, wodurch zwischen der Gefässbündelröhre und den markständigen Bündeln Verbindungen hergestellt waren, deren frühere Forscher nicht gedenken, in neuerer Zeit Stenzel[1]) bei Alsophila aculeata Erwähnung thut.

Zwei Paar markständige Bündel traten bei Cyathea arborea nach der Untersuchung eines jungen Stammes von ungefähr 4 Zoll Höhe und 1 Zoll Durchmesser in ein Blatt ein. Der Querschnitt durch den Blattgrund (Taf. V, Fig 16) zeigte einen Kreis von zwölf bis dreizehn peripherischen Gefässbündeln und vier centrale, welche den Kreis der ersteren in einen unteren grösseren und einen oberen kleineren Bogen theilten. Die beiden zunächst austretenden markständigen Bündel bildeten die beiden mittleren centralen Bündel (*n*, *n*) und vereinigten sich mit den seitlichen Rändern der Blattlücke, die beiden später austretenden bildeten die beiden vorderen mittleren peripherischen Stränge (*m*, *m*) und gingen, wie bei Hemitelia capensis, mit dem oberen Rand der Blattlücke eine Verbindung ein.

Bei der Mehrzahl der untersuchten Stämme trat mit der gesteigerten Zahl der Gefässbündel der Blattnarbe diejenige Anordnung hervor, die von Mohl[2]) als die charakteristische der Cyatheaceae beschrieben hat.

An zwei Stämmen, die in einem zur Untersuchung der in Betracht kommenden Verhältnisse besonders geeigneten Zustand sich befanden,

---

1) Verjüngungsersch. d. Farne, Bonn 1861. 18 Anmk.

2) Vermischte Schrift. 110.

einer unbenannten Cyathea (Taf. V, Fig. 1, 2) und einer Alsophila Haenkei (Taf. V, Fig. 3—13) sind die Gefässbündel in zwei einander entgegengesetzte, die obere und untere Hälfte der Peripherie der Blattnarbe einnehmende Bogen geordnet, deren Enden von der Berührungsstelle nach innen und unten gegen die Blattmitte vorgezogen sind und ist eine kleine Zahl von Gefässbündeln in den oberen Bogen eingeschlossen.

Von diesen Gefässbündeln entspringen diejenigen, welche die Convexität des unteren peripherischen Bogens einnehmen (Taf. V, Fig. 1, 3 *a a*), von der unteren Hälfte der an dem Ursprung eines Blattes in der Gefässbündelröhre befindlichen Spalte, indem der nach aussen umgebogene Rand derselben sich in einzelne Bündel auflöst. Von diesen fliessen die am Grund der Spalte entspringenden gewöhnlich in ihrem Aufsteigen zu mehreren zusammen und vereinigen sich die nächst höheren nicht selten paarweise, während nur selten ein oder das andere in seinem Verlauf zur Blattnarbe sich spaltet. Ein jedes dieser Bündel giebt ferner auf seiner äusseren Seite zahlreichen in zwei Zeilen angeordneten Wurzeln den Ursprung, die im Uebrigen nach ihrer frühzeitigen Anlage längere Zeit nur eine geringe Ausbildung erreichen und die auf dem Rücken der Blattkissen vorspringenden kleinen Höcker verursachen und erst in späteren Perioden ihr Wachsthum fortsetzen und alsdann die ganze Stammoberfläche verhüllen. Nach Abgabe der kürzesten oberen dieser Bündel biegt sich alsdann zwischen den Bündeln des oberen und unteren peripherischen Bogens der Rand der Spalte der Gefässbündelröhre nach innen gegen die Blattmitte, um sich dann von Neuem nach oben und aussen zu wenden. An der ersten Umbiegung bildet derselbe einen mehr oder minder nach oben vorspringenden Fortsatz, von dem zwei oder drei Stränge abgehen, die sich alsbald theilen und die auf der Blattnarbe die eingeschlagenen Enden des unteren Bogens einnehmenden Bündel (Taf. V, Fig. 1, 2 *c*, *d*, *d*, *e*, *e*) bilden; doch stammt nicht selten das unterste innerste dieser Bündel (*f*) von einem markständigen Bündel her, welches zuvor mit dem Rand der Blattlücke sich vereinigt hatte. Der nach innen gebogene Theil des Spaltenrandes nimmt ausser diesem an seinem unteren Ende verschiedene Stränge aus dem Geflechte der markständigen auf (Taf. V, Fig. 2 *r*, *r*) und giebt alsdann an seinem oberen diejenigen Stränge ab, welche auf der Blattnarbe den Einschlag des oberen peripherischen Bogens einnehmen (Taf. V, Fig. 2 *f*, *g*, *h*, *i*, *k*).

Oberhalb des Ursprunges dieser Stränge biegt sich alsdann der Spaltenrand von Neuem nach aussen und löst sich in die Bündel des oberen peripherischen Bogens auf (*l*, *m*, *m*), die zum Theil ebenfalls wieder mit Strängen des markständigen Geflechts in Verbindung stehen. Die in dem oberen Bogen der Blattnarbe eingeschlossenen (*r*, *r*) verdanken letzteren allein ihren Ursprung.

Bei Alsophila Haenkei ist die seitliche Grenze des oberen und unteren peripherischen Bogens der Gefässbündel der Blattnarbe eine minder breite (Taf. V, Fig. 3 *c*, *l*) und sind die den Einschlag des letzteren einnehmenden (*d*, *e*, *f*) häufig einander mehr genähert, oder auch an Zahl vermindert (Taf. V, Fig. 6 *d*, *e*) und stehen zuweilen (Taf. V, Fig. 5 *d*, Fig. 7 *e*, *d*), wenn auch nicht immer (Taf. V, Fig. 6 *c*, *d*, *e*) mit einem markständigen Bündel in Zusammenhang, welches zugleich einem der benachbarten Stränge des unteren peripherischen Bogens (Taf. V, Fig. 7 *a*) einen Zweig zusendet. Zahlreiche markständige Bündel treten alsdann an das untere Ende des nach innen gegen die Blattmitte gebogenen Theiles des Spaltenrandes (Taf. V, Fig. 10 *r*, *r*) der Gefässbündelröhre und bilden vorwiegend einen oder zwei von denjenigen Strängen (*f*, *g*), die von dem oberen Rand desselben entspringen und den Einschlag des oberen Bogens der Blattnarbe einnehmen (Taf. V, Fig. 3, 6, 9, 10 *f*, *g*, *h*, *i*, *k*). Ebenso gehen einzelne der den obern peripherischen Bogen einnehmenden Stränge, die von dem wieder nach aussen gebogenen oberen Rand der Spalte entspringen (Taf. V, Fig. 3, 4, 6 *l*, *m*), mit einzelnen markständigen Bündeln in Verbindung (Taf. V, Fig. 11 *r*) und stammen nur die in diesem Bogen eingeschlossenen (Taf. V, Fig. 3 *r*, *r*) ausschliesslich von letzteren ab. Alle diese Verbindungen zwischen den vom Spaltenrand sich loslösenden und den markständigen Gefässbündeln sind indess, ebenso wie die Maschen des Geflechtes, zu welchem die letzteren vor ihrem Austritt in das Blatt verbunden sind (Taf. V, Fig. 13) vielfachen Schwankungen unterworfen.

Eine besondere, bei keinem andern Farn bekannte, Eigenthümlichkeit bieten bei der Alsophila Haenkei alsdann zwei Stränge, die von den äussersten seitlichen Bündeln des oberen peripherischen Bogens der Blattnarbe ausgehen (Taf. V, Fig. 3, 4 *q*, *q*) und gewöhnlich nach Aufnahme einer Verstärkung von den oberen seitlichen Bündeln des unteren Bogens (Taf. V, Fig. 3, 11 *s*; Fig. 12 *q*, *q*) neben der Blattnarbe in senkrechter Richtung in die Rinde herabsteigen, sich allmählig ver-

schmälernd und in eine feine Spitze auslaufend oberhalb oder auf dem Grunde der Blattlücke in Berührung mit der äusseren Prosenchymscheide der Gefässbündelröhre erlöschen. Die Prosenchymscheide dieser beiden absteigenden Stränge ist niemals von Wurzeln durchbrochen, wie bei denjenigen Strängen, die von der unteren Hälfte der Blattlücken in das Blatt sich loslösen.

Konnte nun auch bei keiner Cyatheacea das Geflechte der markständigen Bündel entwirrt werden, so stimmen doch alle meine Beobachtungen darin überein, dass dieselben nicht nur, wie man bisher angenommen hatte, in die Blätter eintreten, sondern auch an die Ränder der Blattlücken der Gefässbündelröhre herantreten und demnach sowohl zur Bildung der von diesen sich loslösenden Blattstränge, als auch zur Fortbildung der Gefässbündelröhre selbst beitragen. Und in diesen Punkten findet eine auffallende Uebereinstimmung mit den Gefässbündeln von Angiopteris statt, die gegenüber der Verschiedenheit des Antheils, welchen die Stränge der Gefässbündelröhre und des markständigen Geflechtes an der Bildung eines Blattes und dem Ersatz der in ein Blatt ausgetretenen Stränge nehmen, insofern als bei den Cyatheaceis die markständigen Stränge in grösserer Zahl in ein Blatt eintreten und nur in geringerem Maasse sich an der Fortbildung der Gefässbündelröhre betheiligen, bei Angiopteris hingegen vorzugsweise an dem Abschluss der letzteren oberhalb einer jeden Blattbasis Antheil haben und nur in geringer Zahl in das Blatt selbst eintreten, in den Hintergrund treten. Wenn aber dieser Vergleich der markständigen Stränge von Angiopteris und den Cyatheaceis begründet ist, so kann es nicht befremden, dass bei den letzteren weder ein freies Ende dieser Stränge in dem Mark, noch ein Ursprung derselben auf der innern Seite der Gefässbündelröhre, noch ein Verlauf derselben, der mit dem der Gefässbündel monokotyledoner Gewächse verglichen werden könnte, beobachtet wurde.

Ich möchte die Cyatheaceae nicht verlassen, ohne die Thatsache zu berühren, die zuerst von Brongniart[1]) constatirt wurde, dass nämlich an den Stämmen dieser Gewächse häufig die unteren älteren Internodien eine bedeutendere Länge als die oberen besässen, ein Verhalten, aus welchem dieser Forscher den Schluss zog, dass die Inter-

---

1) Hist. d. veget. foss. I. 156. T. 40.

nodien des Farnstammes nach der Abstossung der Blätter eine Dehnung erführen.

Von der Richtigkeit dieser Thatsache kann man an der Wurzeln entkleideten Stämmen, namentlich solchen, die quirlständige Blätter besitzen, sich leicht überzeugen[1]), aber dennoch dürfte diese Erscheinung in einer anderen Thatsache, die die in unsern Gärten cultivirten Farnbäume nicht minder deutlich constatiren lassen, wenn auch directe Messungen des nämlichen Internodiums in verschiedenem Alter, theils wegen dem langen Persistiren der Blattstielreste, theils wegen der zahlreichen, den Stamm bedeckenden Wurzeln sich unausführbar erwiesen, ihre Erklärung finden.

Die Erfahrungen an den im hiesigen Garten cultivirten Farnbäumen haben nämlich ergeben, dass im Allgemeinen niedere Stämme in der Höhe von 1—3 Fuss einen kräftigeren und rascheren Wuchs besitzen und längere Internodien mit grösseren Blättern ausbilden, als ältere Stämme, die eine Höhe von 6—10 Fuss erreicht haben, so dass es nahe liegt anzunehmen, dass das normale Wachsthum der Baumfarne in jüngeren Jahren mit grösserer Intensität erfolge, als in späteren und demnach die längeren Internodien des Stammgrundes sich gerade in der Periode des raschen Wachsthums ausbilden.

In inniger Beziehung zu den Cyatheaceis steht seiner Structur nach Ceratopteris thalictroides und bringt vielleicht der Mangel der prosenchymatischen Scheide seiner Gefässbündel, so wie das von luftführenden Intercellularkanälen durchzogene Mark- und Rinden-Parenchym auffallendere Unterschiede hervor, als dem Verlauf der Gefässbündel zu entnehmen sind. Letztere kommen nach Untersuchungen an einer kümmerlich entwickelten Pflanze an Stärke denen von Aspidium filix mas etwa gleich, sind zu einem Netz vereinigt, das von den Rändern der Blattlücken eine grössere Zahl von Strängen in ein Blatt

---

1) An einem Stamm von Alsophila Taenitis (?) mit alternirenden fünfgliedrigen Blattquirlen beträgt die Höhe der Blattnarben an dem untern Theil des Stammes 17, an dem oberen 10 Linien; die Entfernung der übereinander stehenden Blätter, von dem oberen Rand der unteren Blattnarbe zu dem unteren der oberen gemessen, beträgt an dem Grund des Stammes 2⅓, an dem oberen 1 Zoll. — Die mikrometrische Messung der die Gefässbündelscheide zusammensetzenden Prosenchymzellen an dem unteren und oberen Ende des Stammes führte durchaus nicht zu dem Resultat, dass eine Dehnung derselben in ersterem stattgefunden habe.

abgiebt. Die markständigen Bündel sind von ausnehmender Feinheit, anastomosiren vielfach unter einander und treten theilweise unmittelbar in die Blätter, theilweise an die die Blattlücken umgrenzenden Stränge der Gefässbündelröhre und nehmen also auch an der Fortbildung dieser letzteren Theil.

Eine auffallendere Abweichung von den Cyatheaceis bietet Saccoloma adiantoides, von welchem ein cylindrisches Stammstück von der Länge von 2 Fuss, bei einem Durchmesser von 1½ Zoll, dessen Blattnarben, abgesehen von einigen Anomalitäten, die Divergenz $^8/_{21}$ zeigten, untersucht wurde.

Sämmtliche Gefässbündel dieses Farns treten dadurch auffallend hervor, dass in geringer Entfernung von denselben, sowohl auf ihrer äusseren, wie ihrer inneren Seite ein Streifen farblosen Parenchyms sich findet, welches aus mässig gestreckten zartwandigen Zellen besteht, während das übrige Parenchym, sowohl dasjenige, welches den Gefässbündeln unmittelbar aufliegt und an Stärke diesen farblosen Streifen gleichkommt, als auch das ausserhalb der letzteren liegende, aus gestreckten Zellen besteht, deren derbere und getüpfelte Wandungen eine braune Farbe besitzen.

Auf dem Querschnitt durch den Stamm erscheinen die Gefässbündel in drei Ringe geordnet (Taf. VI, Fig. 1, 2, 3, 4). Der innerste derselben besteht nach der Vergleichung einer grösseren Zahl dicht über einander genommener Querschnitte gewöhnlich aus zwei nach aussen convex gekrümmten Platten (Taf. VI, Fig. 1, 3, 4) von ungleicher tangentialer Breite, seltner wird derselbe von drei bis fünf Bündeln zusammengesetzt (Taf. VI, Fig. 2), von welchen alsdann ein oder zwei eine geringere Stärke haben und der Längsachse des Stammes näher stehen.

Der mittlere Kreis dieser Gefässbündel ist in der grösseren Ausdehnung des Stammes ringförmig geschlossen und beschreibt auf derjenigen Seite, auf welcher zunächst ein Blatt auftritt, eine Ausbuchtung, die weiter oben, da wo dieses Blatt sich anschickt, den Stamm zu verlassen, sich sondert und dem äusseren Ring nähert. Nur selten finden sich auf gleicher Höhe in der Richtung zweier auf einander folgenden Blätter zwei solcher Unterbrechungen (Taf. VI, Fig. 1, 2) und erscheint der mittlere Ring aus zwei Paar Platten zusammengesetzt, von welchen die kleineren in der Richtung dieser beiden Blätter liegen.

Der äussere Gefässbündelring stellt überall eine geschlossene Zone dar, von der einzelne Abschnitte unmittelbar in die Blattkissen ausbiegen, deren jeder Querschnitt drei, seltner vier trifft und ist in seiner Gestalt durch dieses Verhältniss bedingt. Die in die Blätter ausbiegenden Bogen nehmen alsbald mit ihrem Eintritt in den Grund des Blattkissens eine bedeutende radiale Feinheit an und erhalten zahlreiche Längsfaltungen; die alternirenden, nach oben in dem Stamm ansteigenden Bogen besitzen hingegen eine bedeutendere Stärke, springen nach aussen nur in mässigen Convexitäten vor und sind oberhalb des Ursprunges eines Blattes auf gleicher Höhe mit der beschriebenen Unterbrechung des mittleren Ringes etwas nach innen gekrümmt.

Auf einem Längsschnitt durch die Achse des Stammes (Taf. VI, Fig. 5) traten die Beziehungen dieser drei Gefässbündelringe zu einander alsbald zu Tage. Der aus dem äussersten Ring in ein Blatt ablenkende Abschnitt (*a*, *a*) wird nämlich von dem mittleren Ring (*b*, *b*), der bis dahin parallel mit ihm aufstieg, ersetzt, indem ein Abschnitt von diesem nach aussen sich wendet, in den ersteren eintritt, denselben wiederum schliesst und alsdann in ihm seinen Weg fortsetzt, bis er selbst in ein höher an dem Stamm inserirtes Blatt austritt. Abschnitte des innersten Ringes (*c*, *c*) ergänzen zunächst die Lücken des mittleren, steigen in diesem auf, bis sie selbst bestimmt sind, in den äusseren Ring und von diesem zuletzt in ein Blatt auszutreten.

Es erstreckt sich demnach die Ausdehnung eines jeden Gefässbündels von seinem Ursprung in der Nähe der Längsachse des Stammes durch sämmtliche Ringe bis zu einem Blatt und sind die unteren Abschnitte sämmtlicher Gefässbündel zu dem innern Ring, die mittleren zu dem zweiten, die obersten zu dem äusseren vereinigt. Das Gefässbündelsystem aber wird dadurch fortgebildet, dass an der Stelle, wo ein Abschnitt des inneren Ringes in den mittleren ausbiegt (*d*, *d*), ein neuer Gefässbündel an die diesem inneren Ring verbleibenden Gefässbündel sich ansetzt und die unteren Enden dieser neu auftretenden Bündel verursachen die oben berührte Unregelmässigkeit des inneren Ringes. Die Feinheit ihres unteren Endes erschwert die Untersuchung ihrer Verbindung mit den nächst älteren Strängen, doch wurde dieselbe in einigen Fällen mit Gewissheit erkannt und möchte ich desshalb in andern Fällen, in welchen diese Verbindung nicht nachgewiesen werden konnte, eher eine misslungene Präparation annehmen, als zugeben, dass

dieselben unabhängig von andern Gefässbündeln frei in dem Parenchym der Längsachse des Stammes entstanden seien. Die Verluste des innern Ringes werden demnach durch die für die oberen Blätter bestimmten Gefässbündel ersetzt, indem diese mit ihrem untern Ende von den nächsten älteren Gefässbündeln ihre Entwickelung beginnen und mit diesen zu einem Kreis sich vereinigend den innern Ring fortbilden; ihre Folge und Anordnung muss nothwendig eine der Blattstellung entsprechende spiralige sein; ihre allmählige Erweiterung in dem Ansteigen durch die verschiedenen Ringe, sowie die Verbindungen derselben untereinander erfolgen in der Weise, die wir bei Angiopteris beschrieben haben.

Die in ein Blatt eintretenden Gefässbündel bilden auf dem Querschnitt durch den Grund desselben (Taf. VI, Fig. 11) eine hintere (*b*) und zwei seitliche vordere bogenförmige Platten (*c*, *c*). Erstere entspricht der Convexität der untern Seite des Blattstieles und ist mit Ausnahme ihrer Enden, die sich nach innen gegen die Blattmitte biegen, der Länge nach wellenförmig gebogen; die seitlichen Platten beschreiben zwei neben der Rinne auf der oberen Seite des Blattstieles liegende, symmetrisch gestaltete, nach innen convexe, mit beiden Enden nach aussen gekrümmte Bogen, deren hinteres Ende gewöhnlich von den eingekrümmten Enden des hintern Bogens umfasst wird (Taf. VI, Fig. 2 *f*, *b*, *c*) oder sich mit diesen vereinigt[1]). Wellenförmige Biegungen werden stets an diesen seitlichen Platten vermisst.

Der bei der Loslösung eines Blattes zunächst nach aussen biegende Abschnitt der äusseren Gefässbündelröhre bildet den hinteren Bogen, der bei seinem ersten Auftreten durch eine bedeutendere Feinheit und die erwähnten Längsfaltungen ausgezeichnet ist (Taf. VI, Fig 6 *b*), erhält alsdann eine der Zunahme des Blattrückens entsprechende Erweiterung (Taf. VI, Fig. 7, 8 *b*), bleibt im Uebrigen seitlich in continuirlichem Zusammenhang mit den stärkeren nächst anstossenden, ihren Lauf weiter nach oben fortsetzenden Abschnitten des äusseren Ringes (*a*). Dann treten die Enden dieser Abschnitte nach innen gegen die Blattmitte über die Ansatzpunkte dieses Bogens hervor (*c*) und bilden zunächst Anschwellungen, ziehen sich dann weiter oben in zwei plattenförmige Fortsätze gegen den Blattrücken zu aus (Taf. VI, Fig. 9, 10, 11 *c*)

---

1) Vergl. Reichardt, Denkschr. d. K. K. Akad. XVII. 41. T. III, F. 42, 43.

und bilden auf diese Weise die beiden seitlichen Gefässbündelplatten des Blattstieles. Zunächst sind letztere von dem hinteren Bogen umfasst, der nun allmählig aus dem Zusammenhang mit der äusseren Gefässbündelschichte des Stammes ausscheidet (Taf. VI, Fig. 9); ihr äusseres Ende biegt sich dann nach aussen und endlich löst sich ihr inneres Ende von der Gefässbündelschichte des Stammes los (Taf. VI, Fig. 11). Unmittelbar oberhalb dieser Stelle wird die Lücke der letzteren durch einen Abschnitt der mittleren Gefässbündelschichte ausgefüllt (Taf. VI, Fig. 2).

So erhält also das Blatt seine sämmtlichen Gefässbündel von der äusseren Gefässbündelschichte des Stammes und zwar wird die hintere Platte desselben von dem oberen Ende eines Abschnittes der letzteren gebildet und verdanken die beiden vorderen Platten den seitlichen Ausbreitungen derjenigen Abschnitte ihren Ursprung, die rechts und links an den ersteren angrenzen. Die drei Abschnitte aber, welche in ein Blatt eintreten, steigen durch die Achseln dreier auf verschiedener Höhe am Stamm inserirten Blätter in die oberflächliche Schichte an und jeder derselben theilt nach dem Eintritt in diese seine Bestandtheile drei verschiedenen Blättern mit, indem er zunächst rechts und links eine der seitlichen Platten der beiden nächst höheren seitlichen Blätter, und mit seinem Ende die hintere Platte des zwischen diese beiden fallenden nächst höhern Blattes bildet.

Nach diesen Beobachtungen weicht Saccoloma von Angiopteris und den Cyatheaceis dadurch ab, dass sämmtliche Gefässbündel der Blätter von der äusseren Gefässbündelschichte des Stammes allein abstammen, stimmt hingegen mit Angiopteris darin überein, dass der Abschluss der letzteren oberhalb eines Blattes durch die in dem Stamm vorgebildeten Ersatzschichten herbeigeführt wird, mit den Cyatheaceis ferner in der cylindrischen Gestalt des Stammes, während der Stamm von Angiopteris die verkehrtkegelförmige Gestalt besitzt. Diesem letzteren Unterschied gemäss enthält der Stamm von Saccoloma — von den Cyatheaceis kann nur das Gleiche vermuthet werden, so lange die Anordnung der markständigen Gefässbündel nicht näher erforscht ist — in seiner ganzen Ausdehnung die nämliche Zahl von Gefässbündelzonen und hält die Neubildung und der Austritt seiner Gefässbündel in die Blätter sich überall das Gleichgewicht, während die Gestalt des Stammes von Angiopteris eine Zunahme der Zahl und der Ausdehnung der Gefässbündel-

zonen von dem Grunde bis zu der Stelle, an welcher der Stamm den bedeutendsten Durchmesser erreicht hat, bedingt.

Einfacher als Saccoloma adiantoides verhält sich, insofern nur ein einziger markständiger Gefässbündelring zur Ausbildung gelangt, Saccoloma inaequale, so weit ich nach dem Fragment eines bei einem Exemplar meines Herbariums erhaltenen Stammes urtheilen kann.

Mit diesem stimmte Pteris elata var. Karsteniana überein. An einem ziemlich kräftig entwickelten Stämmchen dieses Farns (Taf. VI, Fig. 12—16) befindet sich innerhalb der äusseren Gefässbündelröhre (*a*) eine zweite engere (*b*), die eine geringe Menge Markes umschliesst und an manchen Stellen auf einer Seite (Fig. 13 *b*), an andern in zwei Hälften (Fig. 14 *b*) gespalten ist; Abschnitte der ersteren (Fig. 15, 16 *a a*) biegen unmittelbar in die Blätter (*f*, *f*) aus; Abschnitte der letzteren (*b*, *b*) treten, nach aussen sich wendend, in die Lücken der ersteren (*c*, *c*) ein, zusammenfliessend mit der seitlich von der Blattbasis austeigenden äusseren Gefässbündelröhre. Mit zweifelloser Gewissheit war hier der Zusammenhang sämmtlicher die innere Gefässbündelröhre zusammensetzenden Stränge zu constatiren.

Die Zweige dieses Farns entstehen normal, wie bei Cibotium und Alsophila pruinata, von der Rückenmitte des Blattgrundes und nehmen eine röhrenförmige Ausstülpung der Gefässbündelplatte des Blattstieles auf; dieselben waren an dem untersuchten Exemplar noch nicht bis zur Ausbildung eines Blattes vorgeschritten und entbehrten noch eines markständigen Bündels.

Mit der Structur dieser Art von Pteris stimmt Pteris podophylla Sw. in jeder Beziehung überein, während andere nah verwandte Arten keine markständigen Bündel besitzen.

Das letzte mir bekannt gewordene Beispiel unter Farnen mit mehrzeiligen Blättern und markständigen Bündeln bietet Chrysodium vulgare (Taf. VI, Fig. 17 I—IV).

In dem untern Theil eines schwachen Stämmchens, dessen stärkste Blätter kaum die Länge von einem Fuss erreicht hatten, also um ein mehrfaches hinter der normalen Grösse zurückgeblieben waren, (Taf. VI, Fig. 17 I. 1—5), enthielt die geschlossene Gefässbündelröhre ein einziges markständiges Bündel (1) und löste sich der für das Blatt bestimmte, eine Ausbuchtung beschreibende, Abschnitt derselben (2, 3, 4 *f*) erst nach Ergänzung der Blattlücke in die einzelnen Blattstränge (5 *f*)

auf. Die ergänzenden Stränge traten in unmittelbarer Verbindung mit der seitlichen Grenze dieser Ausbuchtung auf (2), führten rasch den Abschluss der Gefässbündelröhre herbei (3) und entwickelten gleichzeitig einen markwärts vorspringenden Fortsatz, dessen Ende sich in zwei kurze Schenkel theilte (4). Das einzige markständige Bündel löste sich in zwei kleinere auf (2, 3), von welchen das eine alsbald mit dem einen Schenkel dieses Fortsatzes sich vereinigte (4, 5), während das andere eine neue Theilung vollzog (4) und mit dem einen Zweiglein an den andern Schenkel dieses Fortsatzes, mit dem andern an die innere Fläche der Gefässbündelröhre herantrat (5), so dass nun sämmtliche markständige Bündel mit der letzteren in Verbindung standen.

Es haben also an dem untern Theil des Stammes die markständigen Bündel weder an der Bildung des Blattes noch an der Ergänzung der Blattlücken Antheil, sie werden vielmehr zunächst noch vermehrt durch Zweige, die sich von der innern Fläche der Gefässbündelröhre loslösen und erhalten Verstärkungen dadurch, dass die bereits losgelösten eine neue Verbindung mit denselben eingehen, zwei Vorgänge, von welchen der eine auf das erste Auftreten der markständigen Bündel überhaupt, der andere auf die Annahme, dass auch in dem älteren Stamm eine Loslösung derselben von der Gefässbündelröhre stattfinde. ein Licht wirft.

In dem oberen Theil des Stammes nehmen alsdann alle Blätter markständige Bündel auf, doch bietet die Ergänzung der Blattlücken zwei Abstufungen.

In einem der auf das bereits beschriebene nächst folgenden Internodien (Taf. VI, Fig. 17 u. 1—6) wurden vier markständige Bündel angetroffen, von welchen das eine in die für das nächste Blatt bestimmte Ausbuchtung der Gefässbündelröhre vorragte und sich in zwei Zweiglein spaltete (1), die sich bald von einander entfernten (2, 3, 4). Die Gefässbündelröhre entliess in den Grund des Blattes zunächst zwei Stränge (2), von welchen der eine alsbald eine weitere Theilung erfuhr, bald darauf zwei weitere Stränge, so dass nun fünf Bündelchen (3) den Rücken des Blattes einnahmen. Unmittelbar vor diesen lag das kleinere der beiden Zweiglein des markständigen Bündels, weiter markwärts das grössere (4). Bereits auf der nächsten Stufe war das erstere (5), bald darauf auch das letztere (6) erloschen. Inzwische , bereits auf der Höhe von Fig. 4, begann die Gefässbündelröhre sich zu schliessen durch Stränge,

die sich an die seitlichen Ränder der Blattlücke ansetzten und die Ergänzung derselben vollendeten (5, 6), während die vorderen Bündel des Blattes sich sonderten.

Die Ergänzung der Blattlücke war also hier in der nämlichen Weise erfolgt, wie an dem unteren Internodium des Stammes, dagegen waren hier markständige Bündel in das Blatt eingetreten, was bei jenem nicht der Fall war. In dem oberen Theil des Stammes nehmen alsdann die Blätter nicht nur markständige Bündel auf, sondern es fällt diesen auch die Ergänzung der Blattlücken anheim, wobei wiederum einige, wenn auch unwesentliche Modificationen angetroffen werden.

In einem dieser höheren Internodien (Taf. VI, Fig 17. III. 1—6) enthielt die Gefässbündelröhre zwei markständige Bündel, von welchen der eine in der Theilung begriffen war (1, 2), ferner einen von ihrer inneren Fläche an dem Grund der Ausbuchtung gegen das nächste Blatt vorragenden Fortsatz (1, 2 *m*), der von einem markständigen Bündel herrührte, das unterhalb dieser Stelle in Verbindung mit der Gefässbündelröhre getreten war (vgl. I, 5 *m*). Dieser Fortsatz trat bald deutlicher hervor (2), trennte sich, während in rascher Folge fünf die Convexität des Blattrückens einnehmende Bündelchen sich sonderten (3), von der inneren Fläche der Gefässbündelröhre, rückte vor den Bogen dieser fünf Bündelchen (3, 4) und löste sich selbst in vier feine Bündelchen auf (5), die bereits auf der nächsten Stufe erloschen waren. Inzwischen hatte das eine der markständigen Bündel sich verlängert und war in die Blattlücke vorgedrungen (3), und hatte das andere seine Theilung vollendet und den einen seiner Zweige (4) dem verlängerten genähert, den andern einer neuen Spaltung unterworfen (4, 5, 6). Der verlängerte Bündel schloss alsdann die Blattlücke und ragte nach innen und aussen über der Gefässbündelröhre vor (5). Seine Vorragung auf der äusseren Seite schwand allmählig unmerklich, die der inneren Seite löste sich los und spaltete sich in mehrere markständige Bündel, die in das nächste Internodium anstiegen (6).

In einem andern der höheren Internodien (Taf. VI, Fig. 17; IV, 1—11) enthielt die Gefässbündelröhre drei markständige Bündel (1), war gegen die Ursprungsstelle des nächsten Blattes ausgebuchtet und schied zwischen zwei Wurzeln einen kleinen bogenförmigen dem Grund des Blattrückens entsprechenden Bündel (1) aus; vor diesem lag ein feines markständiges Bündelchen, welches sich von dem nächst inneren

(vergl. n, 12) abgezweigt hatte; dasselbe stieg noch eine geringe Strecke in dem Blattgrund an (2, 3, 4) und erlosch alsdann. Der den Rücken des Blattes einnehmende Bündel spaltete sich zunächst in zwei kleinere (2) und wurde überhaupt der für das Blatt bestimmte Abschnitt der Gefässbündelröhre deutlicher abgegrenzt (3). Gleichzeitig trat das eine von den drei markständigen Bündeln nach aussen zwischen die für das Blatt bestimmten Stränge, das zweite näherte sich demselben, während das dritte sich theilte. Etwas oberhalb dieser Stelle schloss das zweite dieser Bündel die Blattlücke (4, 5) und deutete eine Einbuchtung der Gefässbündelröhre die Stelle an, an der dieser Abschluss erfolgt war (6). Von den beiden Bündeln der Blattlücke spaltete sich zunächst das eine in zwei Stränge (4) und lösten sich allmählig die an der Blattlücke nach aussen vorgezogenen Ränder der Gefässbündelröhre in mehrere Stränge auf und zwar wurden zunächst von derselben zwei Stränge von ungleicher Stärke getrennt, von welchen das eine in zwei, das andere in drei kleinere sich theilte (5); dann schritt die Ablösung neuer Stränge auf der linken Seite des Blattes rascher vorwärts und wurden hier vor dem Abschluss der Holzröhre zwei weitere Bündel gesondert, während auf der rechten Seite diese Sonderung erst nach dem Abschluss der Gefässbündelröhre vollendet wurde (6). Der in das Blatt ausgetretene markständige, der Einbuchtung der Gefässbündelröhre zunächst liegende Strang (6) spaltete sich alsdann in drei feine Bündelchen, von welchen das eine nach innen, die beiden andern nach aussen gekehrt waren (7). Hierauf rückten diese drei Bündelchen in eine der Oberseite des Blattes parallele Fläche (8) und erloschen alsbald (9). Dann gehen die beiden mittleren Bündel von denjenigen beiden Paaren, die sich zuletzt von den Rändern der Blattlücke loslösten, unter einander eine Verbindung ein und bilden den centralen Bündel des Blattstieles (7—11), während die beiden seitlichen Bündel dieser Paare sich von Neuem theilen (8, 9) und nach Erlöschen der Zweiglein des markständigen Bündels zu zweien oder mehreren (10, 11) nach aussen und vorn, rechts und links von dem centralen Bündel liegen. Die die Convexität des Blattstieles einnehmenden Bündel theilen sich wiederholt, und sind in einen Bogen angeordnet, dessen Enden sich dem centralen Bündel nähern und durch diesen zu einem Kreis vereinigt werden, dessen vordere Hälfte abgeflacht oder selbst eingedrückt ist.

Ob bei dem Erstarken der Pflanze weitere Modificationen in dem Verhalten der markständigen Bündel eintreten oder ob dieselben auch in dem Grund der Blätter einer kräftig entwickelten Pflanze so frühzeitig erlöschen, muss ich dahin gestellt sein lassen.

Weitere Beispiele von Farnen mit markständigen Bündeln dürften ferner die mir unbekannten, irriger Weise als Blechnum brasiliense und Diplazium giganteum[1]) bezeichneten Farne bieten, deren Blattstiele Link[2]) und Stenzel[3]) im Querschnitt darstellten. Bedenken trage ich hingegen Sadleria, der nach den Darstellungen von Meyen[4]) mehrfach markständige Bündel zugeschrieben worden sind, hier anzuführen, da diese Abbildungen nach meinem Ermessen eine solche Annahme nicht rechtfertigen, vielmehr an Farne erinnern, deren Blätter eine bedeutende Strecke an dem Stamm herablaufen und deren Gefässbündel eine beträchtliche Stärke erreichen, zu einem Kreis angeordnet sind, der herablaufenden Basis der Blätter entsprechende langgestreckte enge Blattlücken umgrenzen, und bei welchen von den Rändern dieser Blattlücken zahlreichere feine Blattstränge entspringen, die auf dem Querschnitt des Stammes in Bogen von geringerer oder stärkerer Convexität, je nachdem das Blattkissen, dem sie angehören, ferner oder näher der Trennungsstelle seines Blattes von dem Stamm durchschnitten wurde, die benachbarten Stammbündel verbinden, z. B. Polybotrya canaliculata und andere.

Gehen wir zu den Farnen mit zweizeiligen Blättern über, so dürfte zunächst die Gattung Dennstädtia zu erörtern sein, da bei ihr der Verlauf der Gefässbündel sich einfacher verhält als bei den andern hier zu besprechenden Beispielen.

Der Stamm sämmtlicher Arten von Dennstädtia enthält, so weit meine Untersuchungen reichen, eine Gefässbündelröhre, die nur oberhalb der in die Blätter ablenkenden Abschnitte von Lücken durchbrochen ist. Bei einem Theil der Arten sind die Internodien des Stammes langgedehnt und stehen die Blätter in zwei fast diametral einander

---

1) Unter den mit einem baumartigen Stamm versehenen Arten der Gattung Blechnum, Woodwardia, Asplenium, Phegopteris, Aspidium sind mir Beispiele markständiger Gefässbündel nicht vorgekommen.

2) Abhandl. d. Berl. Akad. 1835. Taf. I, Fig. 5.

3) Verjüngung der Farne. Taf. IV, Fig. 3.

4) Harlemer Preisschrift. T. 11. A. 1—2.

gegenüber liegenden Zeilen, z. B. D. punctilobula, davallioides, scandens, rubiginosa, während bei einem andern Theil der Stamm eine bedeutendere Stärke erreicht, kürzere Internodien ausbildet und die beiden Blattzeilen der Mittellinie des Stammrückens auffallend sich nähern, z. B. D. obtusifolia, cornuta. Unter den ersteren treten bei D. rubiginosa, unter den letzteren bei beiden genannten Arten markständige Bündel auf.

Bei D. rubiginosa (Taf. VII, Fig. 1, 1—29) wird der Stamm in der grösseren Ausdehnung seiner Internodien von einem einzigen markständigen, der oberen Hälfte der Gefässbündelröhre genäherten Bündel durchzogen, das auf dem Querschnitt einen schmalen, nach unten convexen Bogen beschreibt (1). Gegen die Ursprungsstelle des nächsten Blattes nähert sich dieses Bündel mit dem diesem Blatt zugekehrten Rand auffallender der Gefässbündelröhre (2), tritt mit derselben in Verbindung und stellt nun einen Fortsatz derselben dar, der nach unten und aussen convex, dann hakenförmig gegen die dem Blatt abgewandte Seite gekrümmt ist. Allmählig erweitert sich alsdann die Vereinigungsstelle dieses Fortsatzes mit der Gefässbündelröhre, sein Umfang vergrössert sich und es treten zunächst auf seiner nach unten gekehrten Seite zwei Convexitäten auf (4), denen bald eine dritte sich hinzugesellt (5). Gleichzeitig mit dem Auftreten der letzteren findet in einer geringen Strecke seines Verlaufes eine Trennung von der Gefässbündelröhre statt (5), der bald eine neue Vereinigung, zunächst an einer (6), dann an einer zweiten Stelle (7) folgt, die nur durch eine, dem unbewaffneten Auge als ein dunkler Punkt erscheinende geringe Menge parenchymatischen Gewebes von der ersteren getrennt ist. Letztere Verbindung gewinnt alsdann an Ausdehnung (8) und von den drei Convexitäten, die auf der untern Seite des markständigen Bündels vorragen, überspannt die erstere allein die beiden Verbindungsstellen mit der Gefässbündelröhre, während die beiden andern tiefer in das Mark vorragen. Inzwischen wird an der Grenze der ersten Convexität von den folgenden eine Spaltung der Gefässbündelröhre vorbereitet (9, 10) und bald darauf mit der Loslösung des hinteren Blattrandes von dem Stamm vollendet (11). Bei dieser Spaltung bleibt die erste Convexität des markständigen Bündels mit dem Rand des zunächst in das Blatt ablenkenden Abschnittes der Gefässbündelröhre in Verbindung, eine kleine nach innen gekrümmte Anschwellung desselben verursachend, in welcher

der von den Parenchymzellen herrührende Punkt noch erkannt werden kann, während der grössere Theil des markständigen Bündels mit dem längs der Blattbasis hinziehenden Spaltenrand der Gefässbündelröhre in Verbindung steht (10). Dann löst auch dieser Theil des markständigen Bündels sich los (11), dehnt sich in die Breite aus, scheidet auf der dem Blatt zugekehrten Seite einen kleinen Strang ab (12) und setzt seinen Lauf in das nächste Internodium fort (14—18). Der zuletzt ausgeschiedene Strang nähert sich der untern Hälfte der Gefässbündelröhre (13), vereinigt sich mit derselben (14) und stellt eine kleine knopfförmige Anschwellung derselben dar, verliert indess bald seine scharfe Umgrenzung, ja wird völlig unkenntlich (16, 17). Inzwischen nähert sich die obere Hälfte der Gefässbündelröhre der unteren (14, 15, 16) und findet alsdann zwischen beiden, in geringer Entfernung von dem Spaltenrand der ersteren und der Stelle der letzteren, an der die Anschwellung des markständigen Bündels kenntlich war (17), eine Vereinigung statt, durch welche sowohl die Gefässbündelröhre des Stammes wieder abgeschlossen, als auch der für den vorderen Rand des Blattes bestimmte Abschnitt derselben abgegrenzt wird (18).

Die weitere Verfolgung des Verlaufes der Gefässbündel in dem Blattstiel giebt Aufschluss über ihre Beziehungen zu den Seitensprossen [1]), von welchen an dem, dem untersuchten Internodium angehörenden, Blatt zwei zur Ausbildung gekommen waren, ein stärkerer oberer auf dem hinteren Rand des Blattstieles, ein schwächerer unterer auf dem vorderen Rand desselben.

Der in ein Blatt eintretende Abschnitt der Gefässbündelröhre stellt auf dem Querschnitt durch den Grund des Blattstieles einen hufeisenförmigen Bogen dar, dessen Convexität dem Rücken des Blattstieles zugekehrt ist und dessen Schenkel symmetrisch sigmaförmig gekrümmt sind, der Art, dass sie einen hinteren kleineren nach innen, und einen vorderen grösseren nach aussen convexen Bogen beschreiben (19). An dem Ende dieses letzteren ist auf der dem hintern Rand des Blattstieles zugekehrten Seite die von dem markständigen Bündel herrührende Anschwellung unverkennbar (19 rechts). Diese löst im weiteren Verlauf sich los, tritt alsdann mit ihrem bisher freien Ende mit der inneren

1) Hier und bei den folgenden Beispielen ist mein Aufsatz über die Seitensprosse bei Farnen in diesen Abhandlungen VII, 611 u. f. zu vergleichen.

Fläche des oberen seitlichen Bogens in geringer Entfernung von dessen Rand in Verbindung, dehnt nach abwärts gegen den Anfang dieses Bogens sich aus (20) und geht auch hier mit diesem eine Verbindung ein. In Folge dieses Verhaltens bildet nun der vordere seitliche Bogen innerhalb seines frei vorragenden Endes einen geschlossenen Ring (21, 22). Der den Abschluss dieses Ringes herbeiführende Strang bildet alsbald nach beiden Seiten eine Anschwellung (22), von welchen der dem Seitenspross abgewandte in Verbindung tritt mit der Basis dieses vorragenden Abschnittes des Bogens, während gleichzeitig seine Verbindung mit dem Anfang dieses Bogens wieder aufgehoben wird (23), und steht derselbe auf dieser Stufe an zwei dicht neben einander liegenden Punkten mit der inneren Fläche des vorderen Bogens in Verbindung. Diese beiden Verbindungspunkte fliessen alsbald in einer breiteren Stelle zusammen und ragen nun von dieser zwei Fortsätze vor (24, 25). Der eine von beiden setzt sich alsbald wieder mit dem Anfang des oberen seitlichen Bogens in Verbindung, schliesst dadurch die Gefässbündelröhre des Seitensprosses ab (26) und grenzt dieselbe von der dem Blattstiel verbleibenden Gefässbündelplatte ab (27), der andere bleibt zunächst mit der innern Fläche der Gefässbündelröhre des Seitensprosses in Verbindung, löst sich dann los und stellt das markständige Bündel derselben dar.

An dem vorderen Rand des Blattstieles war an dessen Grund das nach innen umgebogene Ende des vorderen seitlichen Bogens des hufeisenförmigen Gefässbündels abgetrennt (19 links); der an dasselbe angrenzende Theil des letzteren dehnte sich nach aussen (21, 22, 23), einen nach abwärts convexen Bogen beschreibend; mit dem Anfang des letzteren trat alsdann das äusserste losgelöste Ende (24) in Verbindung und stellte der für den Zweig bestimmte Bündel einen Anhang auf der äusseren Seite der dem Blatt verbleibenden Gefässbündelplatte dar. Allmählig löst sich dieser Anfang los (25), schliesst sich, wie an andern Sprossen verfolgt wurde, ringförmig, spaltet sich dann von Neuem auf seiner oberen Seite, zieht den einen Rand der Spalte nach innen vor und schliesst sich abermals, so dass der vorgezogene Spaltenrand einen markwärts vorspringenden Fortsatz bildet. Dieser löst sich alsdann in dem weiteren Verlauf los und wird zu dem markständigen Bündel des Seitensprosses.

Bei Dennstädtia cornuta besitzen die markständigen Bündel gewöhn-

lich eine excentrische, der Rückenmitte des Stammes genäherte Lage, und erreichen gewöhnlich eine bedeutendere Ausbildung als bei D. rubiginosa, indem sie eine zweite engere, an manchen Stellen geschlossene, eine geringe Menge Marks umschliessende, an andern von zwei bis drei Strängen zusammengesetzte Röhre darstellen; in der Nähe der Ursprungsstelle eines Blattes bilden dieselben eine gegen diese convex gekrümmte Platte, erfahren alsdann eine erste Theilung an der Stelle, wo der für den hinteren Rand bestimmte Abschnitt der äusseren Gefässbündelröhre sich loslöst, senden den einen ihrer beiden Zweige mit diesem in das Blatt, den andern an den Rand der Spalte der äusseren Gefässbündelröhre; letzterer wendet sich dann nach abwärts in das Mark, spaltet sich von Neuem in zwei Zweige, von welchen der eine mit dem in den vorderen Rand des Blattes eintretenden Abschnitt der äusseren Gefässbündelröhre sich vereinigt, der andere seinen Lauf in das nächste Internodium fortsetzt. Die in das Blatt eintretenden Zweige der markständigen Bündel fliessen mit den von der äusseren Gefässbündelröhre abstammenden alsbald so innig zusammen, dass die Grenze beider völlig unkenntlich wird und erhält der Seitenspross, der bei dieser Art constant an dem Grund der Blattbasis, an deren hinterem Rand sich ausbildet, seine Gefässbündelröhre durch Ausbuchtung und Abschnürung eines Abschnittes der Gefässbündelplatte des Blattstieles und verhält sich im Uebrigen, wie es bei dem jüngeren Spross von D. rubiginosa beschrieben wurde.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass bei Dennstädtia an der Bildung der Blätter die äussere Gefässbündelröhre des Stammes und der markständigen Gefässbündel Antheil haben, indem zwei Stränge der letzteren an bestimmten Stellen mit dem von der ersteren in das Blatt ablenkenden Abschnitt sich vereinigen, ferner, dass Zweige der markständigen Bündel an der Ergänzung der Blattlücken Antheil nehmen, indem Zweige derselben an den Rand der letzteren herantreten, mithin der Verlauf und die Beziehungen der Gefässbündel zu einander im Stamm von Dennstädtia und den Cyatheaceis im Wesentlichen übereinstimmen; es lehren diese Untersuchungen endlich, dass die Seitensprosse des Blattes an denjenigen Stellen, an welchen die Vereinigung der äusseren Gefässbündelröhre mit den markständigen Bündeln stattgefunden hat, ihren Ursprung nehmen.

Bevor wir zur Betrachtung der andern Farne mit zweizeiligen

Blättern und mehreren Gefässbündelkreisen übergehen, wird es vielleicht nicht unpassend sein, zunächst bei denjenigen zu verweilen, welche bei gleicher Blattstellung nur einen Kreis von Gefässbündeln besitzen.

Wie bereits erwähnt, finden sich nur bei einem kleinen Theil der Arten von Dennstädtia markständige Bündel, bei dem grösseren Theil derselben ist die äussere Gefässbündelröhre jener allein vorhanden und ist in ihrer ganzen Ausdehnung bis auf die Blattlücken geschlossen und bildet der in ein Blatt eintretende Abschnitt eine continuirliche Platte oder ist nur ausnahmsweise an seinem Grund in einer geringen Strecke seiner Ausdehnung in mehrere neben einander liegende Stränge gespalten. Hierher gehören Dennstädtia tenera, scandens, davallioides, punctilobula. Die gleiche Structur findet sich ferner bei sämmtlichen Arten von Microlepia und Hypolepis, bei den dieser letzteren Gattung nahe stehenden Arten von Phegopteris, und bei den Arten von Pteris aus der Abtheilung von Pt. Vespertilio, aurita.

Nur in geringem Grad, nämlich insofern normal kleinere Zweige in die Blätter eintreten, weicht von diesen Polypodium Wallichii und conjugatum ab, auf deren geschlossene Gefässbündelröhre zuerst R. Brown[1]) aufmerksam machte.

Bei Polypodium Wallichii (Taf. VII, Fig. 3) erreicht die Gefässröhre annähernd den Durchmesser von 1 Linie, ist an der Insertion eines Blattes von einer engen verticalen, ungefähr 3 Linien langen Spalte durchbrochen und geht von den beiden Rändern der letzteren von dem untern Drittheil ihrer Längsausdehnung je ein Strang ab, der an seinem Ursprung gabelt, so dass vier Stränge, zwei vordere und zwei hintere, in ein Blatt eintreten.

Gegenüber diesen Beispielen, bei welchen allen die Ausdehnung der Gefässbündel die der Blattlücken überwiegt, tritt bei der Mehrzahl der hierher gehörenden Farne das entgegengesetzte Verhältniss ein, indem die Blattlücken an Umfang zunehmen und in dem nämlichen Maass die Gefässbündel sich auf feinere Stränge zusammenziehen.

Zwei Abtheilungen lassen sich wieder unter diesen Farnen unterscheiden. Bei der einen liegen die beiden Reihen der Blattlücken zwischen zwei stärkeren plattenförmigen über einander liegenden Bündeln,

1) In Horsfield pl. Jav. rar. 2.

von welchen das eine, das der Kürze halber als Oberstrang bezeichnet werden soll, unter der Mittellinie der Stammoberseite, das andere, welches diesem gegenüber als Unterstrang bezeichnet werde, über der der Unterseite des Stammes hinzieht; bei der andern Abtheilung ist der Unterstrang gitterartig durchbrochen oder durch zwei oder zahlreichere zu einem Netz vereinigte feinere Bündel ersetzt und sind auf der Unterseite des Stammes die beiden Zeilen der Blattlücken durch die Maschen des Netzes des Unterstranges getrennt.

Beispiele der ersten Abtheilung bieten zahlreiche, vielleicht sämmtliche Arten von Davallia (incl. Humata), zahlreiche Arten von Acrostichum, Polypodium alte-scandens, tenellum, Nephrolepis ramosa, Aspidium albo-punctatum, coriaceum, Asplenium obtusifolium, resectum; Beispiele der zweiten finden sich in vielfachen Abstufungen bei Polypodium, Acrostichum (Leptochilus) axillare, Platycerium.

So weit meine Erfahrungen reichen, weichen bei den Farnen der ersten Abtheilung der Ober- und Unterstrang durch ihre bandartige Ausdehnung von den in die Blätter eintretenden Strängen ab und übertrifft der letztere den ersteren stets an Breite, wodurch die erste Andeutung einer verschiedenen Structur der oberen und unteren Seite des Stammes hervorgebracht wird. Der Stamm selbst ist ferner häufig abgeflacht und erreicht das Rindenparenchym auf der oberen Seite eine bedeutendere Stärke als auf der entgegengesetzten, vielfach nähern sich Ober- und Unterstrang der Längsachse des Stammes und sind alsdann auf dem Querschnitt des letzteren die für die Blätter bestimmten Bündel zu beiden Seiten des Ober- und Unterstranges in einem Bogen angeordnet, dessen Convexität nach aussen vorspringt und in der Nähe der Blattinsertion oft einen so hohen Grad erreicht, dass die Gefässbündel des Stammes in zwei centrale und eine grössere Zahl peripherischer geschieden zu sein scheinen.

Die Modificationen der Structur der dieser ersten Abtheilung angehörenden Farne beruhen auf der Stärke und Richtung der die Blattlücken abgrenzenden, ferner auf dem Ursprung, der Zahl und den Verbindungen der in die Blätter und Seitensprosse eintretenden Gefässbündel.

Einige Beispiele, bei deren Aufzählung von den einfachsten Fällen zu den complicirteren fortgeschritten wird, sollen zur Erläuterung dieser Modificationen dienen.

Bei Asplenium obtusifolium (Taf. VII, v) treten die Stränge, welche die auf einander folgenden Blattlücken scheiden (Fig. 7 *c*), in schräg aufsteigender Richtung von dem Unterstrang an den Oberstrang, entwickeln in der Nähe ihres Ursprungs eine Wurzel (Fig. 7 *r*), deren sonst zahlreiche von dem Unterstrang entspringen und haben gewöhnlich nur eine geringe Stärke oder erreichen doch nur ausnahmsweise eine so bedeutende Breite (Fig. 7 *v*), dass der Querschnitt des Stammes eine geschlossene Gefässbündelröhre (Fig. 2) zeigt. Jedes Blatt nimmt zwei Stränge auf, von welchen der eine von dem Ober- der andere von dem Unterstrang abstammt.

Asplenium resectum (Taf. VII, iv) stimmt in allen wesentlichen Punkten mit A. obtusifolium überein, doch vermisste ich die Wurzel an dem Grund der die Blattlücken scheidenden Stränge. — Das Verhalten der Seitensprosse konnte bei diesen beiden Arten nicht ermittelt werden.

Bei Aspidium albo-punctatum (Taf. VII, vi) werden die Blattlücken abgegrenzt durch stärkere Bündel, die von dem Ober- und Unterstrang entspringen, in der Mitte zwischen beiden sich vereinigen und von ihrer Vereinigungsstelle aus nach vorn ein rinnenförmig gebogenes, markwärts offenes Bündel bilden, das in den Seitenspross eintritt und alsbald ringförmig sich schliesst. Ungefähr in der Mitte der Längsausdehnung der Blattlücken geben der Ober- und Unterstrang je einen Zweig in die Blätter. Wurzeln entspringen gewöhnlich von dem Unterstrang allein, nur ausnahmsweise und einzeln auch an dem Oberstrang.

Polypodium alte-scandens, tenellum und Nephrolepis ramosa stimmen mit diesem Aspidium überein.

Bei Acrostichum Lingua (Taf. VII, vii) scheiden Gefässbündel, die von dem Unterstrang in schräger Richtung ansteigen, nachdem sie zunächst einen Zweig an die Seitensprosse abgegeben, dann gewöhnlich auffallend verschmälert, ihren Lauf zu dem Oberstrang vollendet haben, die auf einander folgenden Blattlücken. Jedes Blatt nimmt drei Gefässbündel auf, von welchen das hintere und vordere innere von dem Ober-, das vordere äussere von dem Unterstrang abstammt.

Bei Acrostichum brevipes (Taf. VIII, i) werden die auf einander folgenden Blattlücken abgegrenzt durch einen dünnen Gefässbündel, der in geringer Entfernung von seinem Ursprung an dem Unterstrang einen Bündel für den Seitenspross abgiebt. Dieser schliesst sich alsbald röhren-

förmig, dringt in der Rinde vor, bis er die Basis des Seitensprosses, die oft bis auf den Grund des Kissens des nächst vorderen Blattes gerückt ist, erreicht. Die Blätter nehmen gewöhnlich fünf Stränge (Fig. 4) auf, von welchen der hintere von der Mitte des die Blattlücken scheidenden Stranges, die andern paarweise von dem Ober- und Unterstrang entspringen. Nicht selten fliessen zwei der hinteren Blattstränge zusammen (Fig. 5 links) oder spaltet sich einer derselben in seinem Verlauf (Fig. 3).

Bei beiden genannten Arten von Acrostichum entspringen sämmtliche Wurzeln von dem Unterstrang.

Acrostichum simplex und melanopus stimmen in allen wesentlichen Punkten mit A. brevipes überein.

Bei Aspidium coriaceum (Taf. VIII, IX) schliessen zwei Stränge von bedeutender Stärke die Blattlücken (Fig. 6) ab; der eine derselben stammt von dem Unterstrang, hat eine bedeutendere Länge und giebt ungefähr in der Mitte seiner Längsausdehnung nach vorn einen stärkeren Bündel in den Seitenspross und bald oberhalb, bald unterhalb von diesem einen schwächeren in das Blatt ab; der andere ist kürzer und stammt von dem Oberstrang. Beide vereinigen sich in der Nähe des letzteren unter einem nach vorn vorspringenden Winkel und senden hier einen zweiten Bündel in das Blatt. Die Blätter nehmen zwei vordere stärkere und eine grössere Zahl, fünf bis neun, kleinerer Bündel, welche zu einem der Convexität des Blattstiels entsprechenden Bogen geordnet sind, auf. Die beiden ersteren entspringen zuvörderst von dem Ober- und Unterstrang, die andern stammen theilweise von diesen, theilweise von den die Blattlücken trennenden Strängen an den bereits angeführten Stellen ab, gehen hier und da unter einander Verbindungen ein oder theilen sich vor ihrem Eintritt in das Blatt. Der dem Seitenspross bestimmte Bündel stellt zunächst eine markwärts offene Rinne dar (Fig. 4), schliesst sich dann röhrenförmig (Fig. 5) und erfährt stets unterhalb des ersten Blattes eine Theilung in mehrere Stränge, die eine den Gefässbündeln der Hauptachse entsprechende Anordnung besitzen. Sämmtliche Wurzeln entspringen von den Rändern und der untern Fläche des Unterstranges.

Unter den Arten von Davallia wird bei D. parvula, pedata, heterophylla die einfachste Anordnung der Gefässbündel angetroffen.

Bei der letzteren (Taf. VIII, II) schliessen zwei feine, von dem Ober-

und Unterstrang ansteigende Stränge, unter einem spitzen Winkel sich vereinigend, die Blattlücken ab (Fig, 3 *c*, *c*). An ihrer Vereinigungsstelle entspringen zwei Zweige, von welchen der äussere in den Seitenspross eintritt, der innere parallel mit dem Ober- und Unterstrang verläuft, Zweige von diesen (*d*, *d*) aufnimmt, dann in zwei Bündel sich theilt, die in das Blatt eintreten. Der eine der letzteren steht gewöhnlich mit dem inneren der beiden die Blattlücke nach vorn abgrenzenden Stränge in Verbindung (*m*).

Abweichend von den bisher betrachteten Beispielen, deren Blattstränge von ihrem Ursprung an den Rändern der Blattlücken unmittelbar in das Blatt eintreten oder nur theilweise, wie bei Acrostichum brevipes und Aspidium coriaceum unter einander Verbindungen eingingen, fliessen diese Stränge, analog den bei den Cyatheaceis von dem unteren Rand der Blattlücken entspringenden, hier normal unter einander zusammen und bilden ein die Blattlücken überspannendes Netz, das eine bestimmte Zahl von Zweigen in das Blatt sendet.

Dieses über die Blattlücken ausgespannte Netz erhält nun bei der Mehrzahl der Arten von Davallia mit der Steigerung der Zahl der in ein Blatt eintretenden Stränge eine complicirtere Beschaffenheit.

Bei Davallia bullata (Taf. VIII, III) nimmt das Blatt ausser den beiden vorderen stärkeren Strängen entweder einen oder zwei hintere kleinere auf. In dem ersten Fall (Fig. 3 rechts) schliesst ihre Structur sich innig an die von D. heterophylla an und weicht nur dadurch ab, dass der eine, nämlich der vordere innere Blattstrang, unmittelbar von dem Oberstrang oder dem Grund des von diesem entspringenden, nach vorn die Blattlücke abschliessenden Bündels abgeht und nur die beiden anderen das über die Blattlücke ausgespannte Netz in das Blatt fortsetzen; in dem zweiten Fall, wenn zwei hintere kleinere Stränge in das Blatt eintreten (Fig. 3 links) steigert sich die Zahl der Maschen dieses Netzes, doch ist auch dann eine Annäherung an D. heterophylla unverkennbar, indem von den die Blattlücken scheidenden Strängen stets nur ein einziger Blattstrang entspringt und nur durch frühere Spaltung desselben in zwei Stränge und durch Vereinigung dieser mit den von dem Ober- und Unterstrang abgehenden Zweigen eine grössere Maschenzahl herbeigeführt wird.

Bei Davallia dissecta (Taf. VIII, V) gehen von den die Blattlücken scheidenden Gefässbündeln unterhalb ihrer Vereinigungsstelle, die das

Gefässbündel des Seitensprosses einnimmt, zwei Blattstränge ab, die unter einander und mit den von dem Ober- und Unterstrang entspringenden Strängen Verbindungen eingehen, in ihrem Verlauf hier und da eine Theilung erfahren und ein Netz bilden, dessen Maschen über dem Grund der Blattlücken eine annähernd gleichmässige Ausdehnung haben und in drei Reihen neben einander liegen, dann gegen die Ursprungsstelle des Blattes sich mehren und unregelmässigere Gestalten annehmen.

Bei den genannten Arten von Davallia, ferner bei D. elegans, pyxidata, canariensis, die in allen wesentlichen Punkten mit D. dissecta übereinstimmen, entspringt von der Vereinigungsstelle der beiden, von dem Ober- und Unterstrang zum Behuf des Abschlusses der Blattlücken abgesandten Stränge der in den Seitenspross eintretende Bündel; dieser erweitert sich alsdann zu einer engen Röhre und spaltet sich stets unterhalb des ersten Blattes in zwei Stränge, von welchen der eine mit dem Ober-, der andere mit dem Unterstrang der Hauptachse in allen Eigenthümlichkeiten übereinstimmt und findet in Folge dieses Verhaltens der Gefässbündel ein Zusammenhang des Markes der Haupt- und Seitenachse nicht statt. Bei andern Arten, z. B. D. stenocarpa, divaricata tritt in diesem Verhalten eine Abweichung ein, indem die beiden die Blattlücken scheidenden Stränge sich nicht mit einander vereinigen, sondern unter der Basis des Seitensprosses einander nur sich nähern und unmittelbar in derselben ihren Lauf fortsetzend, den Ober- und Unterstrang desselben bilden und stets eine, wenn auch häufig nur geringe, Menge Markparenchyms umschliessen, das in continuirlichem Zusammenhang mit dem der Hauptachse steht.

Die nämliche Verschiedenheit in dem Verhalten der Gefässbündel an der Insertion des Seitensprosses wurde bei andern Farnen von Stenzel beobachtet; so z. B. nehmen bei Aspidium cristatum und spinulosum[1]), ferner bei Alsophila aculeata[2]) die Seitensprosse einen Gefässbündel auf, der von der Gefässbündelröhre der Hauptachse entspringt und sich allmählig zu einer Mark umschliessenden Röhre erweitert, während bei dem von Stenzel irriger Weise als Diplazium giganteum bezeichnten Farn[3]) eine Ausstülpung der Gefässbündelröhre der Hauptachse in den Seitenspross eintritt und das Mark beider continuir-

1) Verjüngungserschein. bei Farnen 9. 2) l. c. 19. 3) l. c. 24.

lich zusammenhängt. Ebenso finden wir, dass die von dem Rücken der Blattbasen entspringenden Sprosse entweder, wie bei Alsophila pruinata, Cibotium Schiedei, Pteris elata var. Karsteniana eine Ausstülpung der Gefässbündelplatte des Blattstieles aufnehmen und das Mark derselben mit dem von den Gefässbündeln des Blattstieles umschlossenen Parenchym in continuirlichem Zusammenhang steht, oder dass diese Sprosse nur einen einzigen, von einem Blattstrang entspringenden Bündel, der sich erst allmählig zu einer Mark umschliessenden Röhre erweitert, aufnehmen, wie es bei Aspidium filix mas gewöhnlich der Fall ist. Die zählreichen Untersuchungen Stenzel's an diesem letzteren Farn[1]) haben ferner ergeben, dass seine Sprosse zuweilen mehrere Bündel oder ein röhrenförmiges Bündel aufnehmen und das Mark des letzteren mit dem des Blattes in Verbindung steht, so dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass dieses zwiefache Verhalten der Gefässbündel an der Insertion der Seitensprosse nur von einer untergeordneten Bedeutung sei, ja wahrscheinlich wird, dass dasselbe bei umfangreicheren Untersuchungen auch bei manchem derjenigen Farne, bei welchen bisher nur eine von beiden Insertionsweisen der Gefässbündel der Seitensprosse beobachtet wurde, constatirt werde, und dass dasselbe vielleicht überhaupt nur von einer früheren oder späteren Entwickelung der Seitensprosse abhänge.

Bei Davallia stenocarpa (Taf. VIII, IV) nähern sich die beiden die Blattlücken sonst abschliessenden Stränge auffallend unter der Basis der Seitensprosse und übertreffen die Blattstränge, die in ihrem Ursprung und Verlauf sich wie bei D. dissecta verhalten, an Stärke, sodass die Grenze der Blattlücken immerhin noch deutlich hervortritt; ebenso ist bei D. divaricata (Taf. VIII, VII), deren Blattstränge in einer höheren Zahl als bei D. dissecta auftreten, die Grenze der Blattlücken wegen der bedeutenden Stärke der zu dem Abschluss derselben bestimmten Stränge eine leicht kenntliche, obwohl diese letzteren nur in geringerem Grad als bei D. stenocarpa bei ihrem Eintritt in den Seitenspross einander sich nähern.

Bei Davallia chaerophylla (Taf. VIII, VI) hingegen übertreffen diese Stränge nicht oder doch nur an ihrem Ursprung die Blattstränge an Stärke und ist nicht nur die Grenze der Blattlücken eine verwischte,

---

1) l. c. 28.

sondern es bietet auch das Netz, welches Ober- und Unterstrang verbindet, ein so unregelmässiges Ansehen, dass es nur mit Hülfe der Thatsachen, welche bei der Untersuchung der vorhergehenden Arten gewonnen wurden, entwirrt werden kann. Die die Blattlücken abgrenzenden Stränge beschreiben nämlich eine mehrfach gebrochene Linie und geben einer grösseren Zahl von Strängen den Ursprung. Einer von diesen, den ich der Kürze halber als Mittelstrang (Fig. 4 *m*) bezeichnen will, theilt die Blattlücke der Länge nach in zwei über einander liegende Hälften, eine obere, welche die Blattstränge enthält und eine untere, welche nach vorn durch den Seitenspross abgeschlossen wird. Jedes Blatt nimmt vier Stränge auf, zwei vordere stärkere und zwei hintere schwächere; von den ersteren entspringt der innere von dem Ober-, der äussere von dem Mittelstrang; von den beiden hinteren aber stammt entweder der eine von dem Oberstrang, der andere von dem von diesem abgehenden Grenzstrang der Blattlücken ab oder es entspringen beide an letzterem, gehen in ihrem Verlauf sowohl unter einander, als mit andern von dem Ober- und Mittelstrang entspringenden Bündeln Verbindungen ein und bilden mit diesen bald gleichmässig, bald unregelmässig gestaltete Maschen. Die Zweigmasche ist entweder in eine Reihe vor einander oder in zwei Reihen über einander liegender kleinerer Maschen von ungleicher Weite, die auch hier und da zwischen die Blattmaschen vordringen, getheilt durch Stränge, die von dem Unter- und Mittelstrang ausgehen. In dem Seitenspross, der stets mit breiter Basis der Hauptachse aufsitzt, treten an der Stelle, wo z. B. bei Aspidium coriaceum der rinnenförmige Bündel des Seitensprosses von dem, von dem Unterstrang zum Behuf des Abschlusses der Blattlücken abgehenden Bündel entsprang, zwei Stränge ein, die zu dem Ober- und Unterstrang des Seitensprosses sich ausbilden, oder es gesellt sich diesen beiden noch ein dritter (Fig. 3 *g*, *g*) hinzu, indem der Strang, der die beiden vordersten kleineren Maschen der Zweigmasche scheidet, diese nicht völlig abschliesst, sondern sich in den Seitenspross fortsetzt und zur Verstärkung des Unterstranges desselben beiträgt, während er in andern Fällen (Fig. 4) mit dem zu dem Unterstrang des Seitensprosses bestimmten Bündel sich früher vereinigt.

Bei allen Arten von Davallia entspringen die Wurzeln in schrägen Reihen zu mehreren beisammenstehend von den von dem Unterstrang zum Behuf des Abschlusses der Blattlücken abgesandten Bündel.

Es wurde bei den Beispielen der ersten Abtheilung der Farne mit zweizeiligen Blättern und vorherrschenden Blattlücken länger verweilt, um darzuthun, dass bei denselben, abgesehen von der Verschiedenheit, welche die obere und untere Stammseite durch die ungleiche Breite des Ober- und Unterstranges erhält, die nämliche Structur wiederkehrt, die wir bei Farnen mit mehrzeiligen Blättern antreffen und dass die Modificationen derselben auf Verhältnissen beruhen, die auch bei diesen ihre Analoga finden, dann aber auch, um die Untersuchung der zweiten Abtheilung dieser Farne vorzubereiten.

Bei diesen[1]) wird eine auffallendere Verschiedenheit der Structur der oberen und unteren Stammseite herbeigeführt durch eine Spaltung des Unterstranges in zwei oder mehrere zu einem Netz vereinigte Stränge, dessen Maschen in keiner Beziehung zu den Blättern und Seitensprossen stehen, vielmehr nur, wie der Unterstrang bei der ersten Abtheilung, den Wurzeln den Ursprung geben und die beiden Zeilen der Blattlücken auf der unteren Seite des Stammes von einander scheiden.

Die Modificationen der Structur der dieser zweiten Abtheilung angehörenden Farne beruhen auf der Zahl und Stärke der Unterstränge, dem Umfang des von denselben gebildeten Maschennetzes und der Blattlücken, dem Ursprung, der Zahl und den Anastomosen der in die Blätter und Seitensprosse eintretenden Stränge, der verschiedenen Stärke des Oberstranges und endlich auf dem Verhalten der Blattkissen zu dem Stamm.

In dem einfachsten Fall, der bei Polypodium aurisetum, piloselloides, cayennense (Taf. IX, 1) angetroffen wird, ist der Unterstrang in zwei Stränge gespalten, die nur in grösseren Entfernungen mit einander anastomosiren. Der Oberstrang übertrifft die beiden Unterstränge an Stärke und giebt nach rechts und links Bündel ab, von welchen die einen sich in zwei kleinere Bündel theilen und in ein Blatt eintreten, die andern mit einem entsprechenden Bündel der beiden Unterstränge

---

1) Auch in der Insertion der Seitensprosse findet im Allgemeinen zwischen diesen beiden Abtheilungen der Farne eine Verschiedenheit statt, insofern diese bei der ersten, z. B. den Arten von Davallia, bei Acrostichum brevipes, Aspidium coriaceum vor der Insertionsstelle des Blattes, bei der zweiten, wie z. B. die Mehrzahl der Polypodien, hinter derselben hervortreten; doch ist diese Verschiedenheit keine durchgreifende und einige Arten einer jeden Abtheilung verhalten sich abweichend.

sich verbinden, die Blattlücken abgrenzen und an ihrer Vereinigungsstelle einen Strang für einen Seitenspross abgeben.

Diese Arten von Polypodium verhalten sich, insofern ihre Blattstränge ausschliesslich von dem Oberstrang abstammen, einfacher als die Beispiele, die wir aus der ersten Abtheilung untersucht haben und weichen ferner dadurch ab, dass der breitere Unterstrang dieser hier durch zwei feine in grösseren Entfernungen unter einander anastomosirende Stränge ersetzt ist, stimmen hingegen, sobald man erkannt hat, dass diese beiden Unterstränge den seitlichen Rändern des breiten Unterstranges jener entsprechen, in dem Verhalten der die Blattlücken abschliessenden Stränge und dem Ursprung des in den Seitenspross eintretenden Bündels mit zahlreichen Beispielen der ersten Abtheilung überein.

Ein in mehrfacher Beziehung complicirtes Beispiel bietet Polypodium squamulosum (Taf. IX, II). Die beiden Unterstränge des Stammes (Fig. 9 *i*, *i*) gehen durch zahlreichere Queräste als bei P. cayennense unter einander Anastomosen ein und schliessen Maschen ab, die selbst wieder zuweilen durch einen Längsstrang in zwei neben einander liegende kleinere Maschen getheilt werden (*v*, *v*) und geben zahlreichen Wurzeln den Ursprung, von welchen gewöhnlich nur ein kleiner Theil die Rinde durchbricht. Nach oben und vorn ansteigende Zweige beider Unterstränge vereinigen sich dann mit entsprechenden Zweigen des Oberstranges (*c*, *c*) an der Insertion der Seitensprosse und schliessen die Blattlücken ab; eine jede von diesen wird durch einen Mittelstrang (*m*) in zwei der Länge nach neben einander liegende Maschen getheilt, eine äussere, an deren vorderem Ende der Seitenspross sich befindet, und eine innere, die selbst wieder in eine hintere kleinere und eine vordere grössere Masche zerfällt. Letztere umfasst die beiden in ein Blatt eintretenden Stränge, von welchen der äussere von dem Mittelstrang, der innere entweder von dem Oberstrang oder gewöhnlich von dem vorderen Bogen der hinteren kleineren Masche abstammt. Der Seitenspross nimmt an seinem Grunde (Fig. 3) ein rinnenförmig gebogenes Bündel auf und erhält unterhalb seines ersten Blattes nach wiederholten Theilungen dieses Bündels und Anastomosen seiner Zweige (Fig. 4—7) die Structur der Hauptachse.

Bei einigen andern Arten von Polypodium, deren langgedehnte Internodien nur eine geringe Stärke erreichen, z. B. P. caespitosum

(Taf. IX, iv) ist der Oberstrang (Fig. 5) nur in geringem Grad an Stärke den Untersträngen überlegen; letztere schwanken an Zahl zwischen zwei und drei, liegen stets dicht gedrängt neben einander und schliessen unter spitzen Winkeln zusammfliessend, enge lang gestreckte Maschen ab. Ebenso laufen die Blattlücken in eine lange nach vorn ausgezogene Spitze aus, und erfolgt ihr Abschluss durch einen Zweig des nächst äusseren Unterstranges, der allmählig in seinem Verlauf nach vorn dem Oberstrang sich nähert und mit demselben vereinigt (*c*). Die Blätter nehmen vier Stränge auf, von welchen der innere vordere und die beiden hinteren von dem Oberstrang, der äussere vordere von dem die Blattlücke abgrenzenden Zweig des Unterstranges abstammen. Die Seitensprosse nehmen zwei Bündel auf, die von einem Bogen entspringen, der durch Vereinigung eines Zweiges des äusseren hinteren Blattstranges und des nächsten Unterstranges zu Stande kommt.

Bei Acrostichum (Leptochilus) axillare (Taf. IX, iii), dessen Stamm in der Länge und Stärke seiner Internodien mit Polypodium caespitosum übereinstimmt, steigert sich die Zahl der Unterstränge auf vier, während die der Blattstränge auf zwei herabsinkt. Die Unterstränge liegen dicht neben einander und sind zu engen langgedehnten Maschen verbunden (Fig. 7); Zweige der beiden seitlichen Unterstränge schliessen mit entsprechenden Zweigen des Oberstranges die nach vorn in eine lange Spitze ausgezogenen Blattlücken ab. Die von dem Oberstrang abstammenden Zweige geben in der Mitte ihrer Längsausdehnung einem Strang den Ursprung, der als Mittelstrang die Blattlücke bis zu dem Insertionspunkt des Blattes in zwei nebeneinander liegende Maschen theilt, dann mit dem nächsten Unterstrang sich vereinigt und dadurch die äussere dieser beiden Maschen schliesst, dann mit seinem Ende in das Blatt eintritt und den äusseren der beiden Blattstränge bildet, während der innere der letzteren von dem Oberstrang abstammt. Die Seitensprossen stehen ungefähr in der Mitte der äusseren Masche der Blattlücke und erhalten von dem Unter- und Mittelstrang je einen ihrer beiden Bündel.

Complicirter sowohl durch die grössere Zahl der Unterstränge, als die Anastomosen der in die Blätter eintretenden Stränge ist die Structur von Polypodium fraxinifolium (Taf. IX, v). An dem entblössten Gefässbündelsystem (Fig. 4) tritt zunächst der Oberstrang, sanfte Biegungen zwischen den beiden Blattzeilen beschreibend, durch seine bedeutendere Stärke hervor, ebenso ist der die Blattlücken scheidende Bogen

von den Blattbasen durch seine bedeutendere Stärke leicht von den übrigen Gefässbündeln zu unterscheiden. Dieser Bogen giebt zwei oder drei Strängen den Ursprung, die mit den von dem Oberstrang und den seitlichen Untersträngen ausgehenden Strängen zu einem Netz vereinigt, die Blattlücken überspannen. In dem Netz dieser Stränge vermisst man eine schärfere Grenzlinie zweier Regionen, die in andern Fällen durch den Mittelstrang geschieden waren; immerhin aber ist unverkennbar, dass das Gepräge der Maschen auf der hinteren und vorderen Hälfte Verschiedenheiten bietet. Auf der ersteren werden im Allgemeinen weitere Maschen in geringerer Zahl angetroffen und treten drei oder vier Zweige in die Basis der Seitensprossen ein, auf der letzteren treten häufiger Spaltungen der Blattstränge ein und wird durch häufigere Anastomosen derselben ein Netz engerer Maschen gebildet, das sich in den Blattstiel fortsetzt. Letzterer nimmt ausser diesen zwei zuvörderst an den Rändern der Blattlücken entspringende stärkere Stränge auf. Die Zahl der Unterstränge beträgt gewöhnlich acht, ihre Maschen sind von bedeutenderer Länge als die der Blattlücken.

Von Polypodium fraxinifolium weicht P. latipes (Taf. IX, vi) fast nur durch die abweichende Gestalt der Gefässbündelmaschen, ganz insbesondere durch eine bedeutendere Breite und geringere Länge der Maschen des Unterstranges ab.

Bei Polypodium Paradiseae (Taf. IX, vii) sind die Biegungen des Oberstranges (Fig. 5) zwischen den beiden Blattzeilen auffallender als bei P. fraxinifolium; dieselbe übertrifft an Stärke die übrigen Gefässbündel; die Blattlücken werden eine nicht unbedeutende Strecke vor dem Insertionspunkt des Blattes abgeschlossen, verschmälern sich nach hinten auffallend und scheinen hier die Maschen der Unterstränge zwischen dieselben einzugreifen. Die in die Blätter eintretenden Stränge bilden ein engmaschiges Netz; die Seitensprossen entspringen an dem Grund der Blattkissen auf der äusseren Seite und nehmen vier Stränge auf.

Bei Polypodium vulgare var. cambricum (Taf. IX, viii) beschreibt der stärkere Oberstrang (Fig. 3) eine zickzackförmig gebogene Linie und greifen die Blattlücken beider Zeilen in einander und haben im Vergleich mit ihrer Länge eine bedeutendere Breite als bei den bisher betrachteten Arten. Jede Blattlücke zerfällt in eine vordere innere grossere und eine hintere untere kleinere Hälfte; erstere wird von dem Netz der

Blattstränge überspannt; letztere nimmt die für den Zweig bestimmten Stränge auf. Die Maschen des Unterstranges sind durch ihre bedeutendere Weite leicht zu unterscheiden.

Deutlicher als bei dem Polypodium vulgare var. cambricum treten die Blattlücken bei Platycerium alcicorne (Taf. VIII, VIII)[1]) hervor, indem sowohl der Oberstrang, als auch die die Blattlücken scheidenden Bogen eine bedeutende Breite erreichen. Letztere geben vier Strängen den Ursprung, von welchen drei (Fig. 1) in einer Ebene liegen, unter einander und mit drei von dem Ober- und Unterstrang abstammenden Zweigen ein über die Oberfläche der Blattlücke ausgespanntes Netz bilden, von dem vier Stränge in den Rücken des Blattstieles eintreten, während der vierte Strang unter diesen hinzieht, mit den beiden zuvörderst von dem Ober- und Unterstrang abgehenden Zweigen sich verbindet (Fig. 2, 3) und mit diesen die beiden vorderen Stränge des Blattstieles (Fig. 4) bildet[2]).

Ueber das Verhalten der Seitensprosse gab das untersuchte Stämmchen keinen Aufschluss, doch dürfte die Vermuthung gerechtfertigt sein, dass die kleinere hintere äussere Masche (Fig. 1 *g*) in dem oberflächlichen Netz der Blattstränge die Basis derselben umfasse. Nicht selten beobachtete ich hingegen die Entstehung eines Laubsprosses an einer Wurzel, indem das Ende derselben sich zu einem kleinen von Spreuschuppen bedeckten Knötchen ausgebildet hatte, an dessen Grunde die Wurzelmütze noch kenntlich war.

Die die Unterseite des Stammes einnehmenden Stränge, der Zahl nach sieben bis neun, erreichen eine so bedeutende Stärke und schliessen so enge Maschen ab, dass man dieselben zusammen vielleicht geeigneter als einen von feinen Spalten durchbrochenen Unterstrang bezeichnet (Fig. 1).

Während in diesem letzten Beispiel die Grenzen der Blattlücken scharf umschrieben waren und die Maschen der in die Blätter eintretenden Stränge auffallend von den Maschen der Unterstränge abwichen, nehmen bei den Arten von Polypodium mit stärkerem Stamm, z. B. P. aureum, areolatum, sporadocarpum, neriifolium, leiorhizum, decurrens sämmtliche Maschen des Gefässbündelsystems eine gleichmässigere

1) Vergl. Hofmeister, Abh. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. V, 654.

2) Vergl. Link, Abh. d. Berl. Akad 1835. 82. Taf. 1, Fig. 4.

Configuration an oder es behaupten doch nur die Maschen in der nächsten Umgebung der Insertionspunkte der Blätter und Seitensprosse ein eigenthümliches Ansehen und ist nur die vordere innere Grenze der Blattlücken deutlich wahrnehmbar, die seitliche Grenze derselben von den Maschen der Unterstränge hingegen mehr oder weniger verwischt.

So z. B. ist an dem entblössten Gefässbündelsystem von Polypodium sporadocarpum (Taf. X, Fig. 3) die Grenze der Blattlücken von der Insertion des Blattes durch den von dem Oberstrang ausgehenden Bogen deutlich gezogen und sind in dem die Blattlücken überspannenden Netze die für die Blätter und Seitensprosse bestimmten Stränge schärfer von einander geschieden, als es bei P. fraxinifolium der Fall war und enthält die dem Oberstrang angedrückte innere Region der Blattlücke namentlich nach vorn gegen den Insertionspunkt des Blattes zahlreichere, zu kürzeren engeren Maschen verbundene Stränge, als die äussere vorn durch den Seitenspross abgeschlossene Region; hingegen sind die Maschen der Unterstränge kaum oder doch nur in so geringem Grade von denjenigen Maschen der Blattlücken, welche vor und hinter der Insertion der Seitensprosse und an ihrem hinteren innern Theil vor der Insertion des nächsten hinteren Blattes liegen, verschieden, dass eine Grenze derselben nicht kenntlich hervortritt, vielmehr die Maschen der Unterstränge zwischen die Blattlücken bis zu dem Oberstrang einzugreifen, und die Blattlücken selbst auf die Maschen in der nächsten Nähe von den Blattbasen beschränkt zu sein scheinen.

Ebenso ist bei Polypodium aureum (Taf. X, II) die Grenze der Blattlücken nur vor der Insertion des Blattes deutlich ausgesprochen (Fig. 3) und ist die die Basis des Seitensprosses umschliessende Masche von allen andern leicht zu unterscheiden, während die am Grund der Blattlücken befindlichen Maschen kaum von denen der Unterstränge verschieden sind.

Die in die Blätter eintretenden Stränge verhalten sich hier entweder wie bei P. sporadocarpum, oder es bieten die beiden vorderen stärkeren Stränge derselben eine Abweichung dar. Diese entspringen nämlich zuweilen von dem die Blattlücken nach vorn abschliessenden Bogen (Fig. 3 rechts, Fig. 4) und bilden mit den zahlreichen vom Ober- und Mittelstrang abstammenden Blattsträngen ein röhrenförmiges Gefässbündelnetz am Grund des Blattkissens, so dass auf dem Querschnitt des

letzteren die gewöhnliche Anordnung der Gefässbündel (Fig. 2) durch eine kreisförmige ersetzt ist.

Dieser Ursprung der vorderen Blattstränge wird alsdann bei Polypodium decurrens (Taf. X, I) zur Regel, indem normal von der Mitte des die Blattlücke nach vorn abschliessenden Bogens ein starker Strang (Fig. 6 *a*) nach hinten und oben ansteigt, die übrigen Blattstränge zu einem Kreis vereinigt (Fig. 3), dann sich spaltet (Fig. 4 *a*) und die beiden vorderen stärkeren Stränge des Blattstieles bildet (Fig. 2). Auf der Basis des Blattkissens, das oft in der Höhe von ½ Zoll über die Oberfläche des Stammes vorragt, bilden sämmtliche Blattstränge ein engmaschiges Netz (Fig. 4, 5), gehen dann gegen den Anfang des Blattstieles spärlichere Anastomosen ein und schliessen hier alsdann langgedehnte enge Maschen ab.

Die Maschen der in die Blätter eintretenden Stränge sammt der die Basis der Seitensprosse umgebenden Masche auf der oberen Hälfte der Blattlücke weichen wiederum auffallender von den Maschen des Unterstranges ab, die die untere Hälfte der Blattlücken bedeckenden sind hingegen kaum von den letzteren verschieden.

Während bei sämmtlichen Arten von Polypodium, die wir beobachteten, die Blattkissen mehr oder minder über die Oberfläche des Stammes vorragten, ist bei P. Heracleum (Taf. X, IV) und P. quercifolium das Blatt in eine seichte Grube eingesenkt, aus der es nur an kräftig vegetirenden Pflanzen sich gelenkartig loslöst und auf der an schwächeren Exemplaren noch lange Zeit nach dem Absterben des Blattes die Reste seiner Basis persistiren. Die Untersuchung der Anordnung der Gefässbündel thut hier dar, dass die Blattkissen ein vielmaschiges Netz, wie bei P. decurrens aufnehmen, aber in das Rindenparenchym des Stammes eingesenkt sind und demgemäss die Gefässbündel des letzteren zu einer Röhre angeordnet sind, die auf ihrer oberen Seite mit einer tiefen und breiten Furche versehen ist, aus deren Grunde sich die für die Blätter bestimmten Stränge erheben. Doch reichte das bisher erübrigte Material nicht aus, um den Ursprung und den Verlauf der letzteren genauer zu verfolgen, wesshalb ich mich auf diese Andeutungen und die Darstellung zweier Stammdurchschnitte (Fig. 1, 2), die zweien aufeinanderfolgenden Knoten entnommen sind, beschränke.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zurück zu den Farnen, deren Gefässbündel bei zweizeiliger Anordnung der Blätter in mehrere Kreise

angeordnet sind, so sind wir nun vielleicht vorbereitet, um die Beispiele, die noch zu erörtern sind, nämlich Polybotrya Meyeriana und Pteris aquilina in naturgemässer Weise aufzufassen.

Bei der genannten Polybotrya (Taf. VII, II) enthalten Haupt- und Seitenachsen, ebenso die Blattstiele, zweierlei Gefässbündel, innere oder centrale und äussere oder peripherische. Erstere treten stets in geringerer Zahl auf als die letzteren und übertreffen dieselben an Stärke um ein Bedeutendes.

In der Hauptachse bilden die centralen Gefässbündel (Fig. 1—4), der Zahl nach drei bis sieben, einen inneren Kreis und sind die peripherischen in dem Rindenparenchym, entweder, wie in seltneren Fällen, in einem äusseren Kreis (Fig. 3) angeordnet oder, wie gewöhnlich, in einer unregelmässigeren Weise vertheilt und liegen auf der oberen Seite des Stammes in zwei oder drei Reihen übereinander (Fig. 2, 4) während die der unteren Stammseite in einem Bogen angeordnet sind. Ihre Zahl schwankt zwischen funfzehn und ungefähr funfzig.

Die Seitensprosse (Fig. 5, 6), die stets aus der Hauptachse vor und ausserhalb der Insertionsstelle eines Blattes hervortreten, nehmen an ihrem Grund drei centrale und neun bis zwölf peripherische, in einen Kreis geordnete, Gefässbündel auf.

In dem Blattstiel werden vier bis acht stärkere centrale Bündel von einem Kreis feinerer peripherischer, die an Zahl von neun bis vierundzwanzig variiren, umschlossen (Fig. 7, 8).

Auf einigen Längsschnitten durch den Stamm erkennt man alsbald, dass die peripherischen Bündel von den centralen ihren Ursprung nehmen und dass Stränge von beiden jedem Blatt und jedem Seitenspross zugeführt werden.

Die centralen Stränge liegen dicht nebeneinander, spalten sich in ihrem Verlauf, schliessen allmählig sich vereinigend langgedehnte Maschen ab und sind zu einem die Längsachse des Stammes umschliessenden Netz verbunden. Bei genauerer Betrachtung des isolirten Netzes dieser Stränge (Fig. 16) ergiebt sich ferner, dass einer derselben (*s*) unter der Mittellinie der Oberseite des Stammes hinzieht, vor der Insertion eines Blattes (*f*) mit seinem nächst äusseren Nachbar sich vereinigend, eine Blattmasche abschliesst, dann in bedeutenderer Stärke seinen Lauf fortsetzt bis zu dem diesem Blatt angehörenden Seitenspross, wo er alsdann eine Abnahme erfährt durch die Abgabe von Zweigen, von

welchen der hintere oder die hinteren entweder unmittelbar oder nach einer Vereinigung mit Zweigen des nächst äusseren Stranges in den Seitenspross eintreten. der vordere aber durch seine Vereinigung mit einem Zweig des nämlichen Stranges den Abschluss einer Masche vor der Insertionsstelle des Seitensprosses (*g*) herbeiführt. Die die Blattmaschen abschliessenden Stränge geben vor ihrer Vereinigung zwei oder mehrere Stränge ab, die in der Längsachse des Blattstieles ansteigen und die centralen Bündel desselben darstellen und sämmtliche die Basis der Seitensprosse umgebende Gefässbündel (Fig. 17) setzen sich in das centrale Gefässbündelsystem von diesen fort.

Es verhält sich demnach bei dieser Polybotrya das centrale Gefässbündelsystem der Stränge in der nämlichen Weise wie das einzige Gefässbündelsystem der zuletzt betrachteten Farne und entspricht der mittlere obere Strang des ersteren genau dem Oberstrang der letzteren und ist ein Theil seiner Maschen zu beiden Seiten dieses oberen Stranges durch die Insertionspunkte der Blätter und Zweige geregelt, ein anderer Theil vielfachen Schwankungen unterworfen; es stimmen ferner die centralen Stränge der Blätter und Seitensprosse von Polybotrya in Ursprung und Anordnung überein mit den Strängen, die bei diesen Farnen von dem einzigen Gefässbündelsystem in die Blätter und Seitensprosse eintreten. Es entsprechen dann aber auch die Stränge des centralen Gefässbündelsystems der Polybotrya der äusseren Gefässbündelröhre derjenigen Farne, bei welchen wir mehrere Gefässbündelkreise angetroffen hatten und nicht die markständigen Stränge derselben und bieten die peripherischen Gefässbündel der Polybotrya eine Erscheinung dar, die bei keinem von diesen uns begegnete.

Diese peripherischen Stränge verdanken zahlreichen Zweigen, die von den centralen Strängen nach vorn und aussen ansteigen, ihren Ursprung, bilden untereinander ein röhrenförmiges Netz (Fig. 18), das auf der oberen Seite des Stammes gewöhnlich in zwei über einander liegende Schichten zerfällt, und setzen sich in das peripherische Netz der Blattstiele und Seitensprosse fort und nehmen hier Zweige auf, die von den centralen Strängen dieser entspringen.

Weder in den Maschen dieses peripherischen Netzes, noch in dem Ursprung und der Zahl der von den centralen Strängen abgehenden Zweige, durch deren Vereinigung dasselbe zu Stande kommt und fortgebildet wird, lässt sich eine Regelmässigkeit erkennen oder es bieten

dieselben der Schwankungen so viele, dass mir eine solche entgangen ist. So z. B. entspringt an einer Blattbasis von einem centralen Bündel des Stammes unmittelbar vor dem Ursprung eines der centralen Blattstränge (Fig. 9, 10) ein Zweig, der sich alsbald spaltet und sich in das peripherische Netz der Hauptachse und des Blattes fortsetzt oder es entspringt von einem centralen Strang des Blattstieles selbst ein Zweig, der sich in zwei oder drei kleinere auflöst und mit einem seiner Zweiglein in das peripherische Netz des Blattes, mit den beiden anderen (Fig. 11) in das der Hauptachse eintritt. Ebenso fliessen auf der hintern Seite der Blattbasis einzelne der innern peripherischen Stammbündel (Fig. 10) mit den hinteren centralen Bündeln des Blattstieles zusammen, während andere unmittelbar in denselben eintreten (Fig. 11). In der nämlichen Weise lehren Schnitte durch den Stamm an der Insertion der Seitensprosse, dass sowohl die centralen Bündel der letzteren (Fig. 12, 15), als auch die der Hauptachse selbst (Fig 13, 14) Zweigen den Ursprung geben, die in das peripherische Netz beider eintreten und dass andere peripherische Stränge sich continuirlich von der Hauptachse auf den Seitenspross fortsetzen.

Sämmtliche Wurzeln nehmen von diesen peripherischen Bündeln ihren Ursprung (Fig. 14 *c*).

Das zweite hierher gehörige Beispiel, Pteris aquilina, berühre ich schliesslich, da es in jüngster Zeit mehrfach untersucht wurde[1], nur mit wenigen Worten.

Die centralen Gefässbündel dieses Farns stellen zwei plattenförmige Stränge dar, einen schmäleren Ober- und einen breiteren Unterstrang; beide geben von ihren Rändern und ihrer äusseren Fläche Zweigen den Ursprung, die zu dem Netz der peripherischen Stränge zusammentreten und dasselbe fortbilden. Unter diesen peripherischen Strängen ist der obere mittlere durch seine bedeutende Breite ausgezeichnet.

Zweige der centralen und peripherischen Gefässbündel treten in die Blätter und Seitensprosse ein. In den Fällen, in welchen der Seitenspross an dem Grund des hinteren Randes des Blattstieles in einer späteren Periode sich entwickelt, sind die Gefässbündel beider völlig oder

1) Vergl. Hofmeister, l. c. V. 620, und Stenzel, l. c. 37.

fast völlig geschieden[1]), in den Fällen hingegen, in welchen der Seitenspross der Entwickelung des Blattes vorauseilt und höher an dem Blattstiel hervortritt, erhält die Strecke, in der beide mit einander verschmolzen sind, eine Structur, die mit der der Hauptachse übereinstimmt.

---

1) Vergl. Stenzel, l. c. Taf. IV, Fig. 13. 14.

Erklärung der Abbildungen.

Angiopteris evecta Hoffm. T. I—IV. (Sämmtl. Figuren in natürl. Grösse.)

Taf. I.

Fig. 1. Querschnitt durch den Stamm an der Stelle seines grössten Umfangs bis zu dem Anfang der Blattkissen; *r* Wurzeln, die von den inneren Gefässbündeln entspringen.

Fig. 2. Querschnitt des Stammes an einer höheren Stelle bis zu dem äussersten Gefässbündelkreis.

Taf. II.

Fig. 1. Längsschnitt durch die untere grössere Hälfte des Stammes, mit der Ansicht auf den Querschnitt derselben; bei *f* sind die in ein Blatt eintretenden Gefässbündel umgrenzt; auf der Fläche des Längsschnittes sind die Gefässbündel in der Richtung, in welcher sie zu Netzschichten zusammenhängen, durch Punkte verbunden.

Fig. 2. Längsschnitt durch die obere Hälfte des Stammes; *a*, *b*, *c* durchschnittene Blattbasen; *d d* Gefässbündel die am Ende des Stammes die oberflächliche Gefässbündelzone bilden; *e e e* Gefässbündel, die in dem von diesem umschlossenen Parenchym erlöschen.

Taf. III.

Fig. 1. Ein Abschnitt der oberflächlichen netzförmig durchbrochenen Gefässbündelschicht von dem unteren Theil des Stammes; *I*, *II* die Insertionsstellen zweier Blätter; *a*, *b* der untere Theil ihrer seitlichen Grenzstränge; *c*, *d* die durch Theilung dieser entstandenen Stränge; *e* Stränge, die in die oberflächliche Zone des Blattrückens eintreten, *i* solche, die der Längsachse des Blatts näher treten; *r* Querschnitte von Wurzeln, die durch den Grund der Blattbasis hervorbrechen. Diese letzteren sind nur an einem kleinen Theil der Figur wiedergegeben.

Fig. 2. Die oberflächliche Gefässbündelschicht des Stammes aus der Umgebung der Fig. 1 dargestellten Parthie, nach Entfernung des in das Blatt *I* abtretenden Abschnittes; *III*, *IV*, *VI*, drei Blätter; *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *i* wie in Fig. 1: *f* der Anfang des Ersatzstranges, der von den Strängen des

die Längsachse des Stammes umstrickenden Netzes, *g*, ausgeht, durch den Grund der Blattachsel von *I* ansteigt, sich ausbreitend in dem III., IV. u. VI. Blatt endet.

Fig. 3. Querschnitt durch ein Blatt von dem Grund des Stammes; *eee* die den Rücken desselben einnehmenden Gefässbündel; *c*, *d* die durch Theilung der seitlichen Grenzstränge entstandenen Gefässbündel; *k*, *k*, die beiden von den Ersatzschichten herrührenden Stränge; *iii* die inneren Stränge des Blattes, die sich von den äusseren, *ee*, abzweigen.

Taf. IV.

Fig. 1. Ein Abschnitt der oberflächlichen Gefässbündelschicht von der Region des Stammes, der an der Mitte zwischen der auf Taf. III. und der auf Taf. IV. Fig. 2 dargestellten sich befindet.

Fig. 2. Die oberflächliche Gefässbündelschichte von dem obersten Theil des Stammes: *I*, *II*, *III*, *IV* durchschnittene Blattbasen; *V* die Gefässbündelschichte am Ende des Stammes.

Fig. 3. Das Gefässbündelsystem des Stammendes nach Entfernung des in das Blatt *I* von Fig. 2 eintretenden Abschnittes; *i* der durch die Achsel dieses Blattes ansteigende Abschnitt der zweiten Schichte, welche die oberflächliche Gefässbündelschichte des Stammendes bei *V* bildet: *mm* die Stellen, an welchen dieser Abschnitt zwei Stränge in das Blatt *I* absendet; *III*, *IV* entsprechen den in Fig. 2 mit den nämlichen Zahlen versehenen Blattbasen; bei *tt* findet der Zusammenhang der in ihrem Rücken erlöschenden Gefässbündelabschnitte mit dem durch die Achsel von *I* ansteigenden Abschnitt der zweiten Gefässbündelschichte statt. Unter diesen ist die dritte Schichte *ii* durch Punkte angedeutet. Ein Abschnitt von diesen tritt bei *uu* in Verbindung mit denjenigen Abschnitten der zweiten Schichte, *kk*, die neben dem in die oberflächliche Schichte *i* ausgetretenen Abschnitt ansteigen.

Fig. 4. Querschnitt durch den Grund einer Blattbasis; *a* oberflächliche Gefässbündelzone; *b* Ersatzschichte; *mm* Stränge, die von der ersteren an letztere treten.

Fig. 5. Querschnitt durch die Basis eines der oberen Blätter; *a* der den Rücken und die Seiten des Blattes einnehmende Abschnitt der oberflächlichen Gefässbündelschichte; *b*, *c* die beiden von der Ersatzschichte abstammenden Stränge; *d*, *e* zwei vordere Stränge, die von der oberflächlichen Schichte abstammen; *i*, *f*, *g*, *h* centrale Bündel.

Zur Erläuterung des Ursprunges dieser Gefässbündel dienen Fig. 6, 7, 8, 9, in welchen die entsprechenden Bündel mit den Buchstaben von Fig. 5 bezeichnet sind.

Fig. 6. Die Gefässbündel dieses Blattes von der vorderen Seite aus dargestellt; *h* die Stelle, an welcher von dem dorsalen Abschnitt des Blattes der vordere und ein Theil der inneren Gefässbündel entspringt; *o* eine Anastomose eines vorderen Gefässbündels mit einem der von der Ersatzschichte abstammenden.

Fig. 7. 8. 9. Zur Stammmitte radiale Schnitte durch die in Fig. 5 dargestellte Blattbasis.

Fig. 10. Die Seite einer Blattbasis; *a a a*, von der oberflächlichen Gefässbündelschichte des Stammes abstammende Stränge; *m*, ein Strang, der von der innern Fläche derselben nach der Ersatzschichte *l l*, läuft, bei *n* in Verbindung mit derselben tritt, dann in das Blatt zurückbiegt und den Strang, *b*, auf der vorderen Seite desselben bildet.

Fig. 11. Querschnitt durch eine andere Blattbasis; die Buchstaben von der nämlichen Bedeutung wie die der Fig. 5.

Fig. 12. 13. Radiale Längsschnitte durch die in Fig. 11 dargestellte Blattbasis; *l l* Ersatzschichte; *m* in Fig. 13 ein Strang, der von der oberflächlichen Schichte zur Ersatzschichte hinzieht, dann in das Blatt eintritt, und den Strang *c* auf derselben Seite desselben bildet.

Taf. V.

Fig. 1. Blattnarbe von einer unbestimmten Cyathea nebst den von dem untern Rand der Blattlücke entspringenden Strängen, nach Entfernung der Rinde von diesen letztern; *a a a* die Gefässbündel des untern peripherischen Bogens; *c* die vordersten seitlichen derselben; *d d e e* die den Einschlag dieses Bogens einnehmenden Bündel; *f*, *g*, *h*, *i*, *k* die den Einschlag des oberen peripherischen Bogens einnehmenden Stränge; *l*, *m*, *m* die Stränge des oberen peripherischen Bogens; *p*, *p*, *p*, *p* die von dem letzteren umschlossenen markständigen Bündel. In natürlicher Grösse.

Fig. 2. Blattnarbe von dem nämlichen Stamm nach Entfernung der von dem unteren Rand der Blattlücke abstammenden Strängen, den Ursprung der den Einschlag des unteren und oberen Bogens einnehmenden Stränge, so wie den Zusammenhang der markständigen Bündel *r*, *r*, *r* mit diesem und dem nach innen gebogenen Spaltenrand der Blattlücke darstellend.

Alsophila Haenkei Pr. Fig. 3—13. (Nat. Gr.)

Fig. 3. Blattnarbe, wie Fig. 1. mit den bei dieser Figur erläuterten Buchstaben; *q*, *q* die beiden seitlichen von den Blattsträngen ausgehenden in der Rinde absteigenden Strängen.

Fig. 4. Die obere Hälfte der Blattnarbe, losgelöst von der Gefässbündelröhre, von innen dargestellt; *r r* markständige Bündel, die mit dem nach innen gebogenen Theil des Spaltenrandes der Blattlücke in Verbindung stehen.

Fig. 5. Ein Theil der Gefässbündel der Blattnarbe, bezeichnet wie in Fig. 1, zur Erläuterung ihres Zusammenhanges mit den markständigen Bündeln.

Fig. 6. 7. 8. 9. Desgleichen, von vorn dargestellt.

Fig. 10. 11. Desgleichen, von innen dargestellt.

Fig. 13. Ein Theil des Geflechtes der markständigen Bündel, auf einem radialen Längsschnitt dargestellt.

Fig. 14. Hemitelia capensis R. Br. Durchschnitt durch die Blattbasis eines jungen Stammes. (N. Gr.) *m, m,* die beiden von den markständigen Gefässbündeln herrührenden Stränge.
Fig. 15. Alsophila radens Klf. (N. Gr.) Desgl.
Fig. 16. Cyathea arborea Sm. Desgl. *m, m, n, n* die von den Gefässbündeln herrührenden Stränge.

Taf. VI.

Saccoloma adiantoides M. Fig. 1—11. (Nat. Gr.)

Fig. 1—4. Querschnitte durch den Stamm.
Fig. 5. Längsschnitt durch denselben.
Fig. 6—11. Querschnitte zur Erläuterung des Ursprungs der in die Blätter eintretenden Gefässbündel.

Pteris elata var. Karsteniana Kz. Fig. 12—14. (Nat. Gr.)

Fig. 12—14. Querschnitte durch das Gefässbündelsystem des Stammes.
Fig. 15. 16. Längsschnitte durch dasselbe; *a*, die äussere Gefässbündelröhre; *b*, *e* die innere; *c* die Eintrittsstelle der letzteren in die erstere; *f*, Blatt.

Chrysodium vulgare M. (Nat. Gr.)

Fig. 17. I, 1—5; II, 1—6; III, 1—6; IV, 1—7. Querschnitte durch die Gefässbündel des Stammes, die Rinde desselben nur bei I, 1, 2 wiedergegeben; IV, 8—11, Querschnitte durch die Blattbasis.

Taf. VII.

I. Dennstädtia rufescens Moore. (Nat. Gr.)

Fig. 1—18. Querschnitte durch den Stamm zur Erläuterung des Verhaltens des markständigen Bündels zu den Blättern.
Fig. 19—27. Querschnitte durch die Blattbasis zur Erläuterung des Ursprunges der Seitensprosse.
Fig. 28. Querschnitt durch den Blattstiel oberhalb der Insertion der Seitensprosse.
Fig. 29. Längsschnitt durch das Gefässbündelsystem des Stammes; *ee*, äussere Gefässbündelröhre; *i* das markständige Bündel; *cc* Zweige der letzteren, die in das Blatt eintreten; *ff*, Durchschnitt durch die Abschnitte, die von der Gefässbündelröhre in das Blatt eintreten.

II. Polybotrya Meyeriana M.

Fig. 1—4. Querschnitte verschiedener Stämme, schwach vergrössert.
Fig. 5—6. Desgl. von Seitensprossen.
Fig. 7. 8. 8b. Desgl. durch den Grund des Blattstiels.
Fig. 9—11. Die Gefässbündel auf Längsschnitten durch den Stamm an der Ursprungsstelle eines Blattes; *c* centrale, *p* peripherische Gefässbündel.

Fig. 12—15. Desgl. auf Längsschnitten durch den Stamm an der Ursprungsstelle von Seitensprossen; *c, p,* wie in Fig. 9; *r* in Wurzeln eintretende Gefässbündel.

Fig. 16. Das centrale Gefässbündelsystem, ausgebreitet; vergrössert; *s* der Oberstrang desselben: *ff* die Insertionsstellen von Blättern, *g, g* von Seitensprossen.

Fig. 17. Dasselbe an der Ursprungsstelle eines Seitensprosses mit den in denselben eintretenden Strängen.

Fig. 18. Ein kleiner Abschnitt des Netzes der peripherischen Gefässbündel, vergrössert; *f* die Ursprungsstelle eines Blattes, *g*, eines Seitensprosses.

III. Polypodium Wallichii Br.

Der eine Blattlücke umgebende Theil der Gefässbündelröhre.

IV—VII: Taf. VIII, IX, X; *f* die Ursprungsstelle eines Blattes, *g* die Ursprungsstelle eines Seitensprosses; *s* der Oberstrang, *i* der Unterstrang, *c* die die Blattlücken abgrenzenden Stränge; *r* Wurzeln.

IV. Asplenium resectum Sm.

Fig. 1—2. Querschnitt durch den Stamm. (Nat. Gr.)

Fig. 3. Das Gefässbündelsystem ausgebreitet. (Vergrössert.)

V. Asplenium obtusifolium L.

Fig. 1—6. Querschnitte durch den Stamm. (Nat. Gr.)

Fig. 7. Das Gefässbündelsystem ausgebreitet. (Vergr.)

VI. Aspidium albopunctatum W. (Vergr.)

Fig. 1—4. Querschnitte durch den Stamm.

Fig. 5. Das Gefässbündelsystem ausgebreitet.

VII. Acrostichum Lingua Rdd.

Fig. 1. Querschnitt durch die Basis eines Blattkissens. (Nat. Gr.)

Fig. 2—6. Querschnitte durch den Stamm. (Nat. Gr.)

Fig. 7. Das Gefässbündelsystem ausgebreitet. (Vergr.)

Taf. VIII.

I. Acrostichum brevipes Kz. (Vergr.)

Fig. 1. 2. Querschnitte durch den Stamm.

Fig. 3. 4. Querschnitte durch ein Blattkissen.

Fig. 5. Das Gefässbündelsystem ausgebreitet.

II. Davallia heterophylla Sm. (Vergr.)

Fig. 1. 2. Querschnitte durch den Stamm.

Fig. 3. Das Gefässbündelsystem ausgebreitet.

III. Davallia bullata Wall. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt durch den Stamm.
Fig. 2. Querschnitt durch die Basis eines Blattes.
Fig. 3. Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.

IV. Davallia stenocarpa Kl. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt durch den Stamm.
Fig. 2. Desgl. durch die Basis eines Blattkissens.
Fig. 3. Das Gefässbündelsystem eines Stammes ausgebreitet.

V. Davallia dissecta P. Sm. (Vergr.)

Fig. 1. 2. Querschnitte durch den Stamm.
Fig. 3. 4. Desgl. durch die Basis eines Seitensprosses.
Fig. 5. 6. Desgl. durch die Basis eines Blattes.
Fig. 7. Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.

VI. Davallia chaerophylla Wall. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt durch den Stamm.
Fig. 2. Desgl. einer Blattbasis.
Fig. 3. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.
Fig. 4. Desgl. von der linken Seite des Stammes.

VII. Davallia divaricata Bl. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. einer Blattbasis.
Fig. 3. Desgl. eines Seitensprosses.
Fig. 4. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.

VIII. Platycerium alcicorne Dsv. (Vergr.)

Fig. 1. Das Gefässbündelsystem von der linken Stammhälfte ausgebreitet.
Fig. 2. 3. Eine Blattmasche von der linken Seite des Stammes.
Fig. 4. Querschnitt durch den Grund einer Blattbasis.

IX. Aspidium coriaceum Sw. (Vergr.)

Fig. 1. 2. Querschnitte des Stammes.
Fig. 3. Desgl. der Basis eines Blattstiels.
Fig. 4. 5. Desgl. der Basis eines Seitensprosses.
Fig. 6. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.

Taf. IX.

I. Polypodium cayennense Dsv. (Vergr.)

Fig. 1. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.
Fig. 2. Querschnitt eines Blattkissens.
Fig. 3—5. Desgl. des Stammes.

II. Polypodium squamulosum Klf. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. des Blattkissens.
Fig. 3—8. Desgl. eines Seitensprosses.
Fig. 9. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.

III. Acrostichum axillare Cav. (Vergr.)

Fig. 1—4. Querschnitte des Stammes.
Fig. 5. Desgl. eines Blattkissens.
Fig. 6. Desgl. durch die Basis eines Seitensprosses.
Fig. 7. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet. (Der seitliche Abstand der Gefässbündel stärker vergrössert, die Länge der Internodien annähernd in natürlicher Grösse.)

IV. Polypodium caespitosum Lk. (Vergr.)

Fig. 1—3. Querschnitte des Stammes.
Fig. 4. Desgl. von der Basis eines Blattes.
Fig. 5. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet. (In der nämlichen Weise, wie III, 7 gezeichnet.)

V. Polypodium fraxinifolium Jacq. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. eines Seitensprosses.
Fig. 3. Desgl. einer Blattbasis.
Fig. 4. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.

VI. Polypodium latipes F. L. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. eines Blattkissens.
Fig. 3. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet. Nur ein Theil der Maschen des Unterstranges ist wiedergegeben.

VII. Polypodium Paradiseae F. L. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. eines Blattkissens.
Fig. 3. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.

VIII. Polypodium vulgare L. var. cambricum. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. eines Blattkissens.
Fig. 3. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet.

Taf. X.

I. Polypodium decurrens Rdd. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. durch den Grund des Blattstiels.
Fig. 3. Desgl. durch den Grund des Blattkissens.
Fig. 4. Die Anordnung der Gefässbündel auf der vorderen Seite des Blattkissens.
Fig. 5. Desgl. auf einer der seitlichen Flächen des Blattkissens.
Fig. 6. Das Gefässbündelsystem der linken Hälfte des Stammes ausgebreitet; nur der kleinere Theil der Maschen des Unterstrangs ist wiedergegeben.

II. Polypodium aureum L. (Vergr.)

Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. durch die Basis eines Blattes.
Fig. 3. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet, in der linken Hälfte vollständig wiedergegeben, auf der rechten Hälfte auf die Blattmaschen beschränkt.
Fig. 4. Eine Blattmasche von dem Gefässbündelsystem des Stammes, und zwar von seiner rechten Hälfte.

III. Polypodium sporadocarpum Lk. (Vergr.)

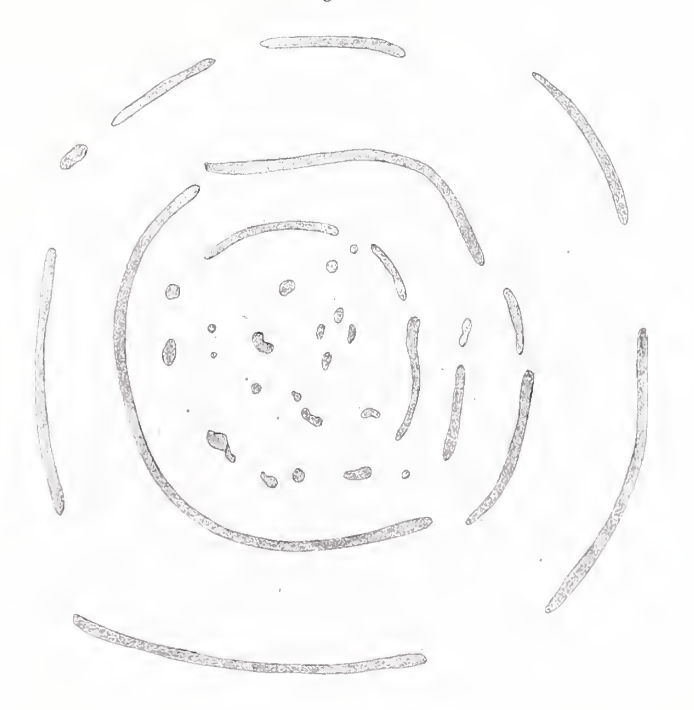
Fig. 1. Querschnitt des Stammes.
Fig. 2. Desgl. des Blattkissens.
Fig. 3. Das Gefässbündelsystem des Stammes ausgebreitet, auf der linken Hälfte unvollständig.

IV. Polypodium Heracleum Kz.

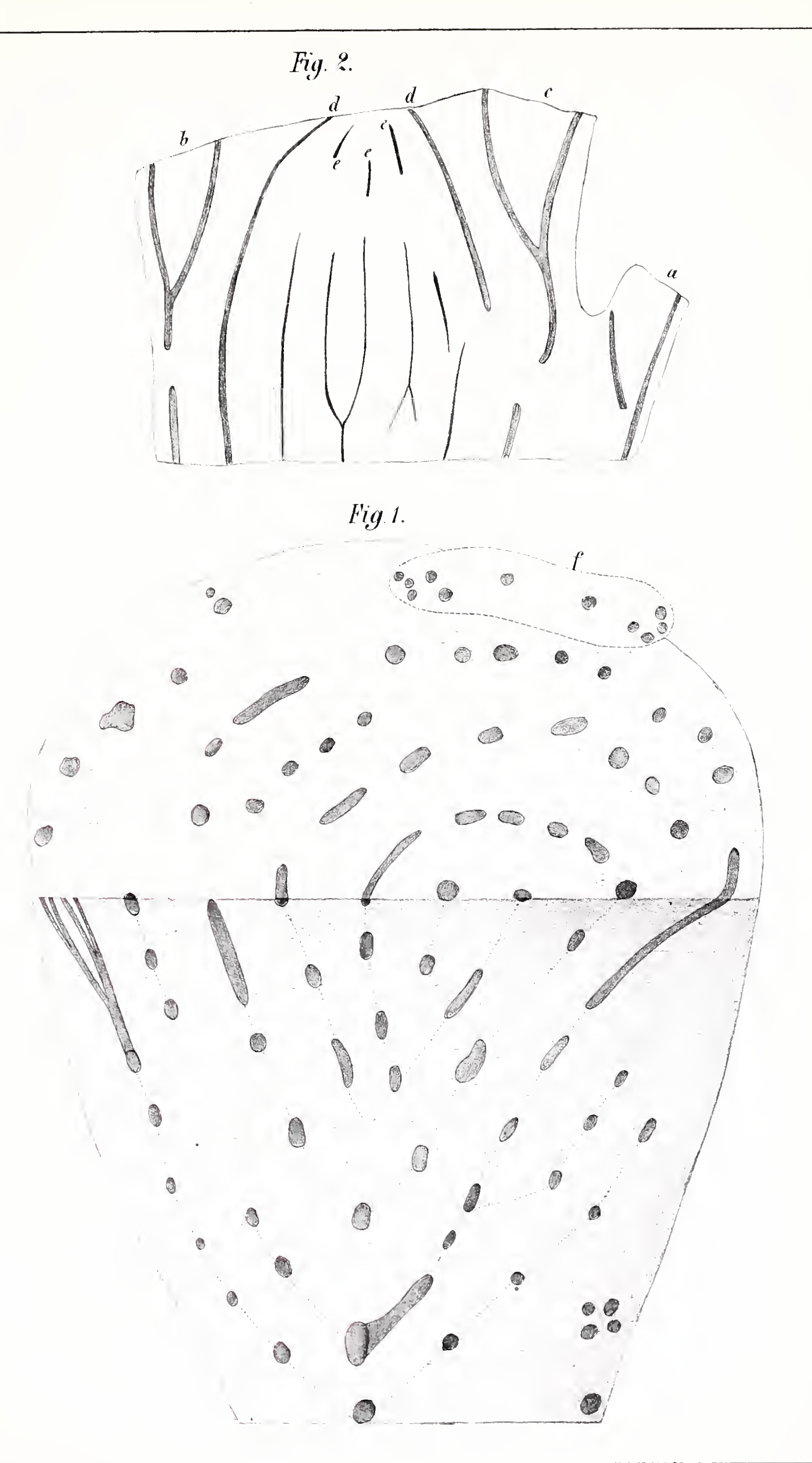
Fig. 1. 2. Querschnitte des Stammes an der Ursprungsstelle zweier aufeinanderfolgenden Blätter, in natürlicher Grösse.

Fig. 1.

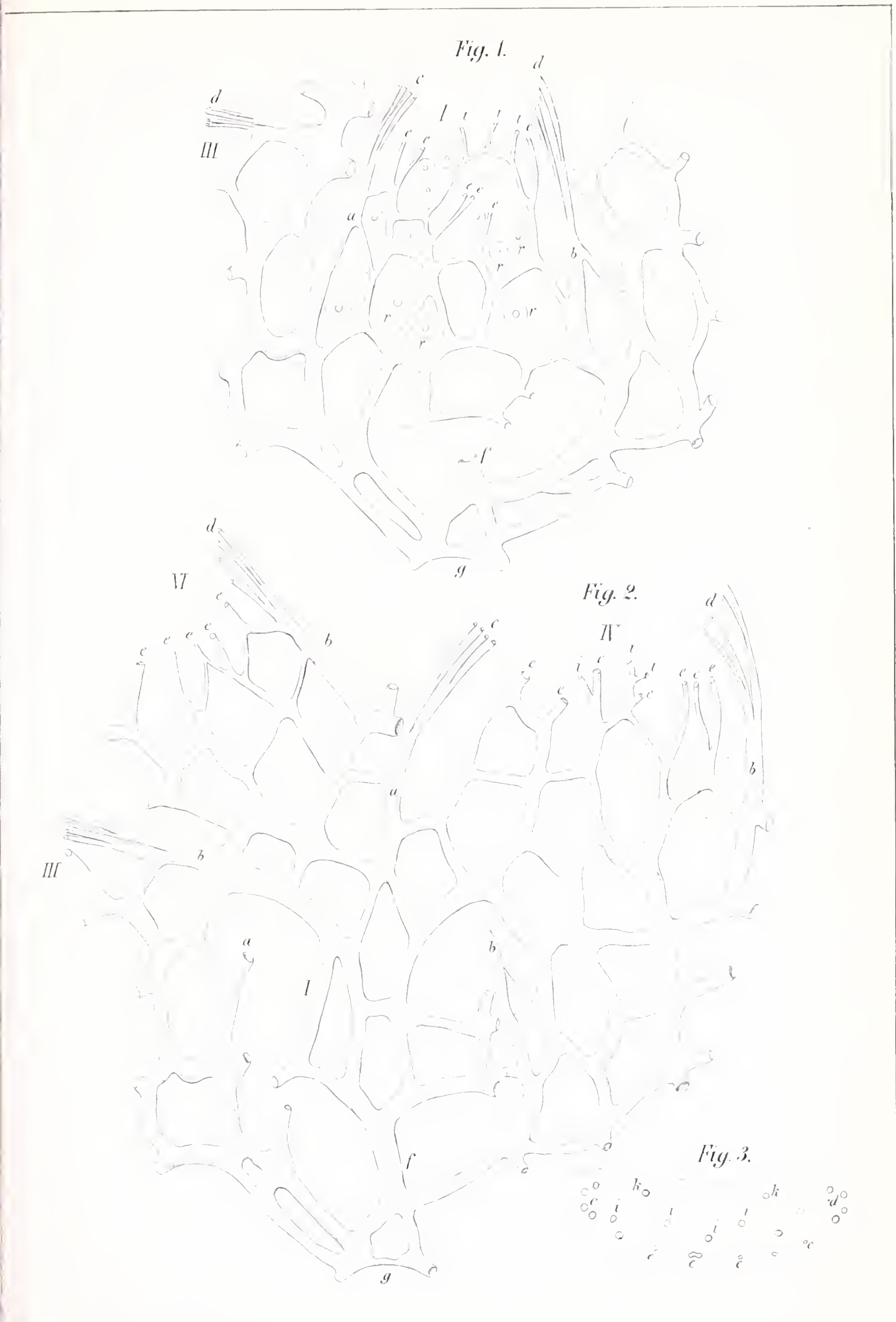
Fig. 2.






Fig. 2.
d
d
c
b
e
e
e
a
Fig. 1.
f




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
III
VI
IV
I



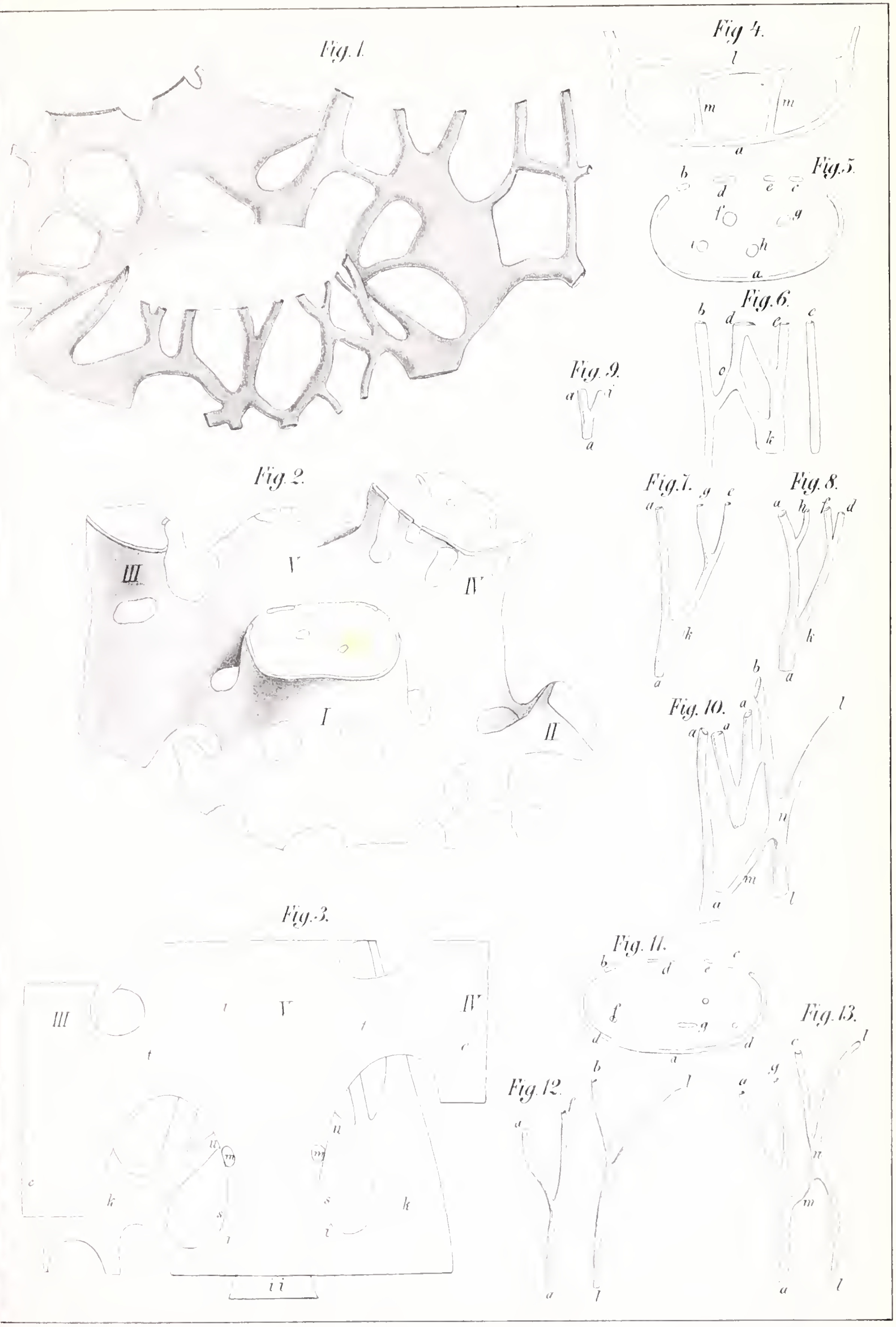
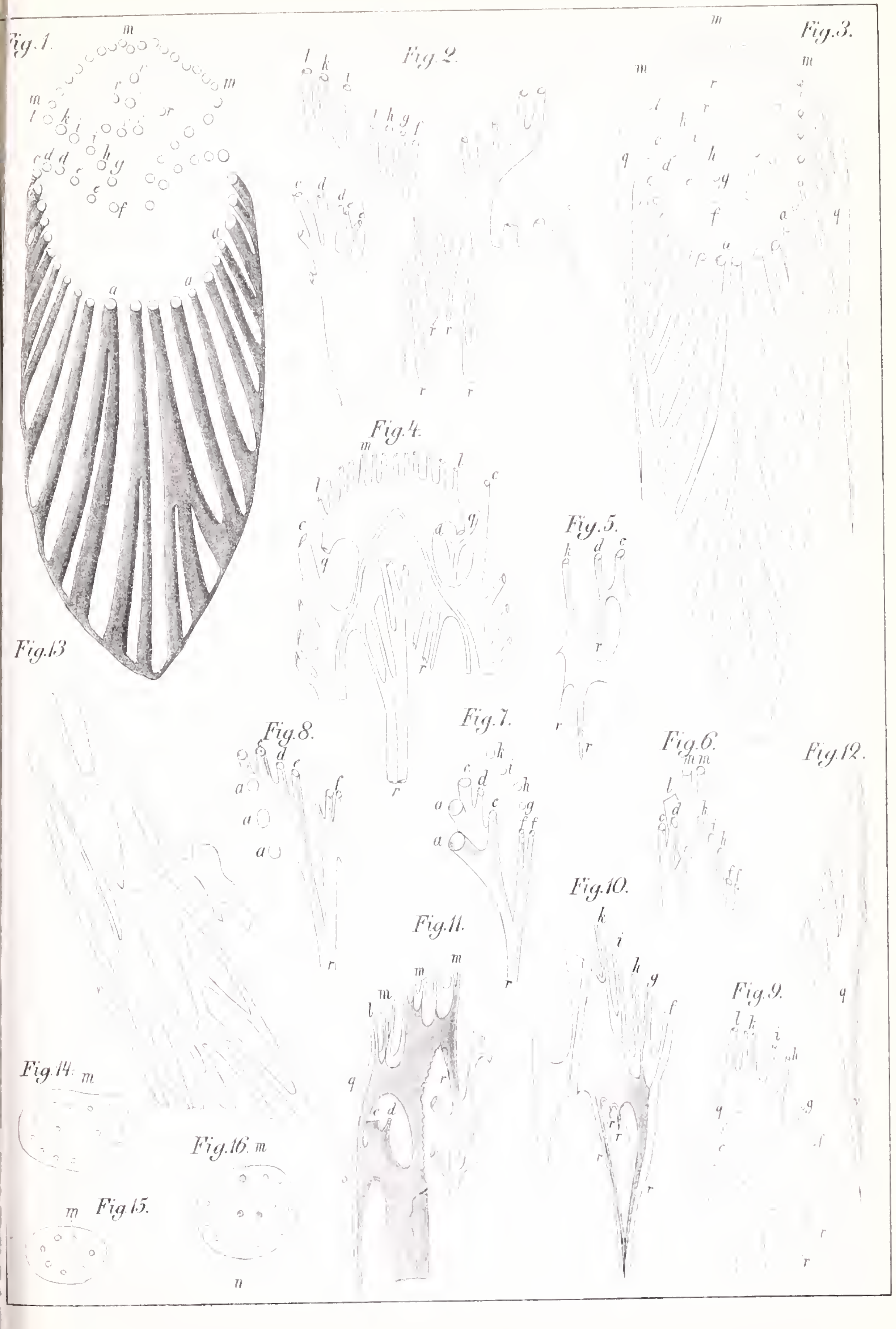
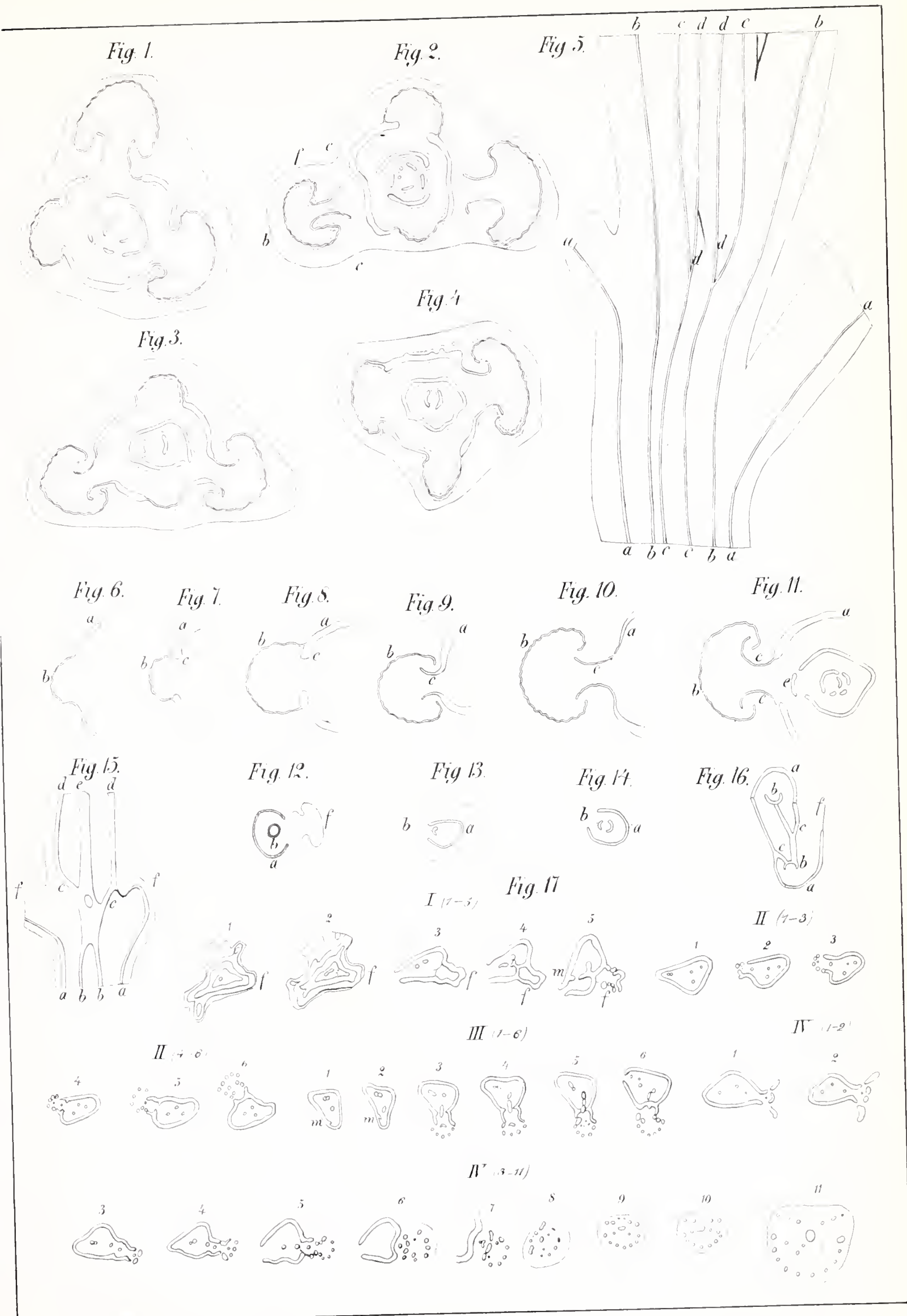


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.

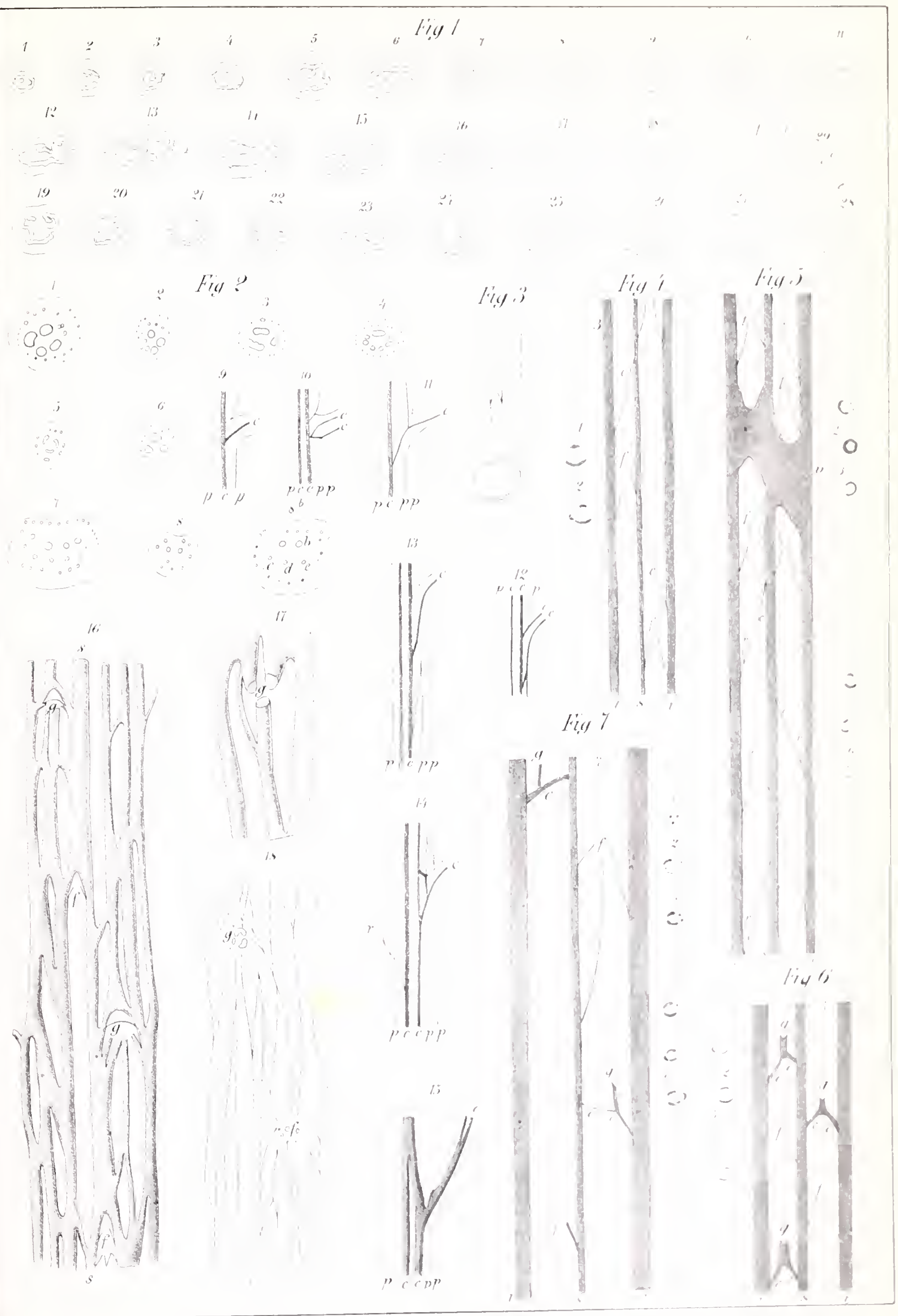



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.

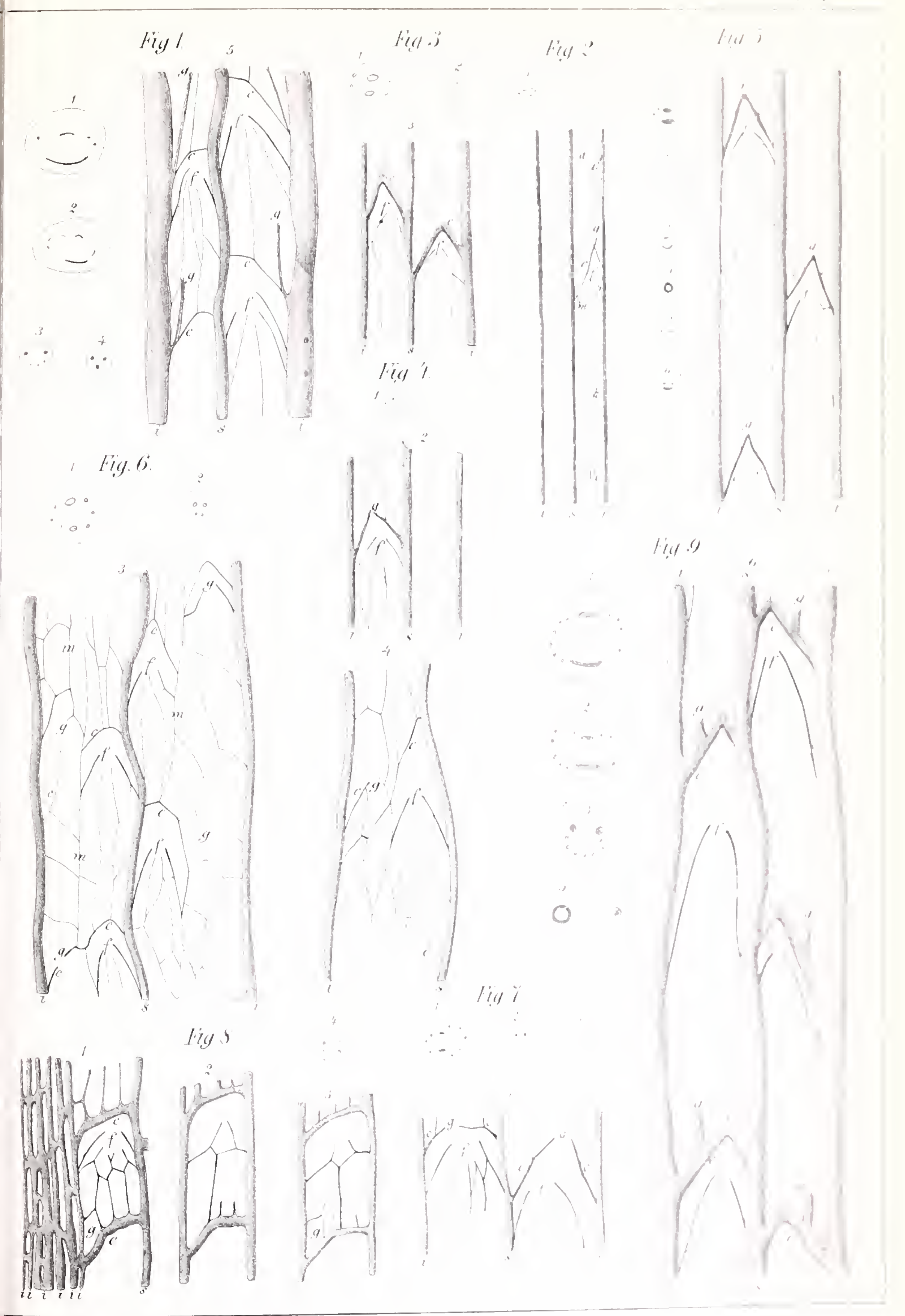



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 4
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 15.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 16.
Fig. 17
I (1–5)
II (1–3)
III (1–6)
IV (1–2)
II (4–6)
IV (3–11)

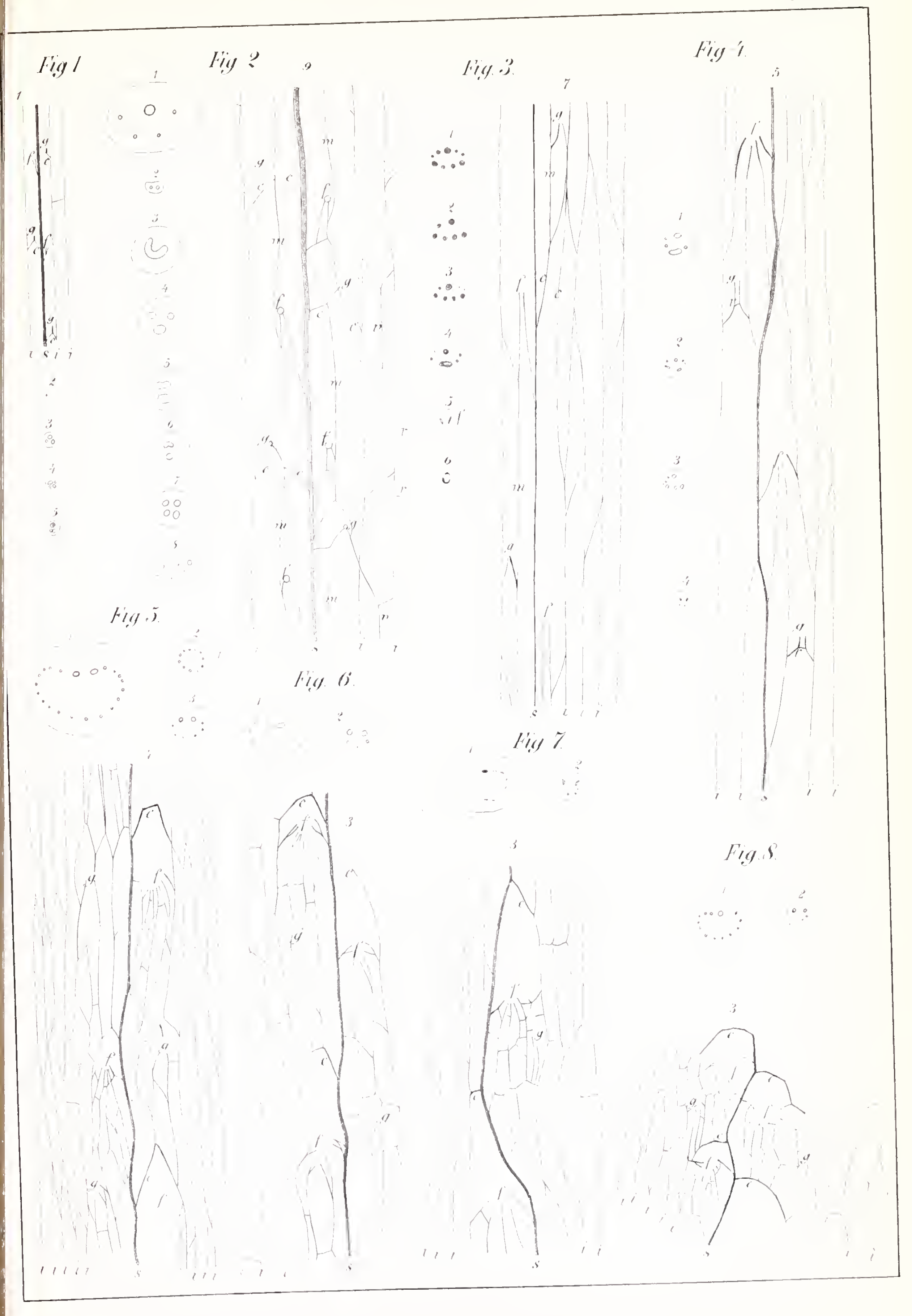



Fig 1
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5
Fig 6
Fig 7



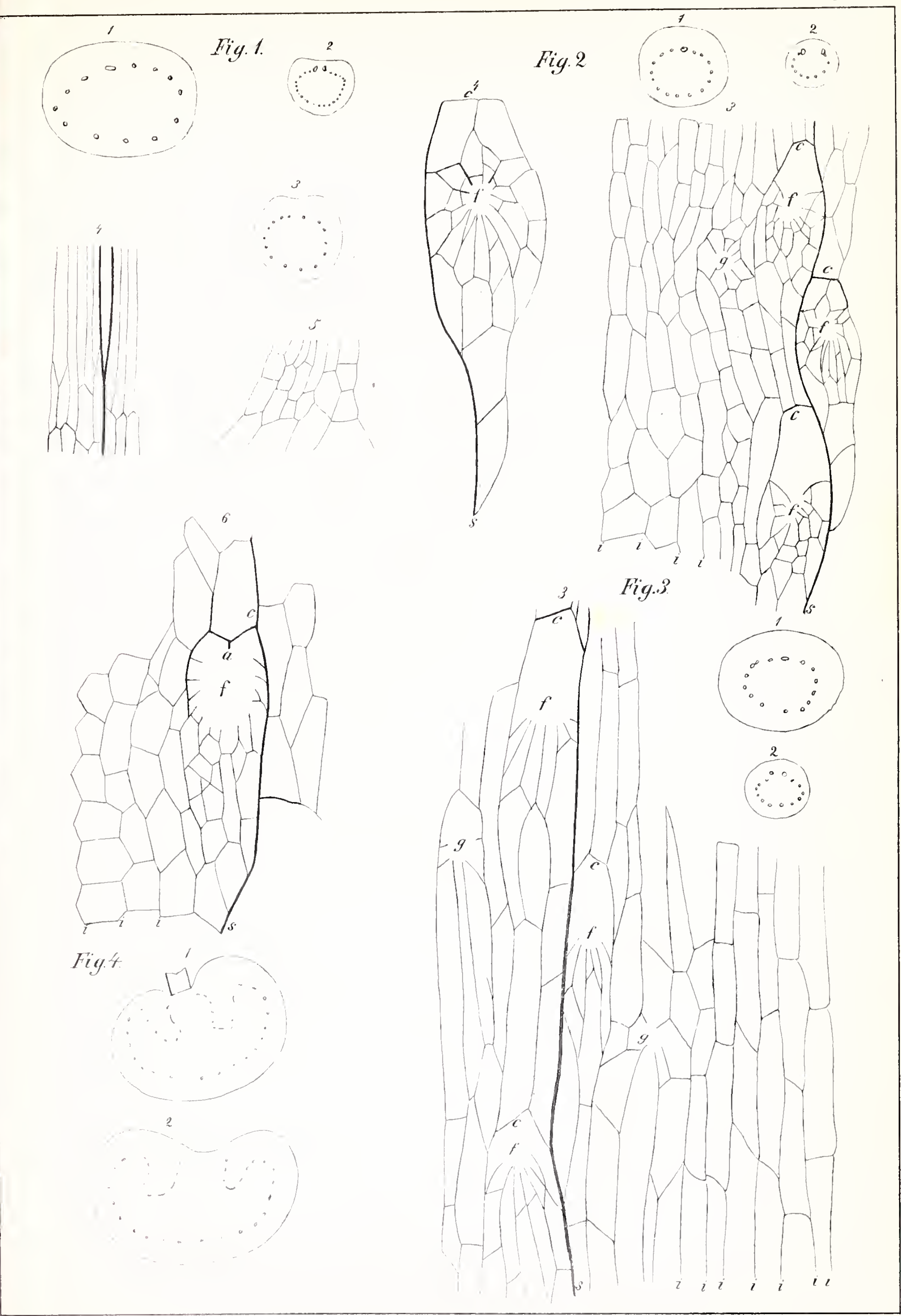

Fig 1
Fig 3
Fig 2
Fig 5
Fig 4
Fig. 6.
Fig 9
Fig 7
Fig 8




Fig 1
Fig 2
Fig. 3.
Fig 4.
Fig 5.
Fig. 6.
Fig 7.
Fig 8.



Taf. X.







gen



